Die Glimmergruppe.

II. Theil.

Von dem w. M. G. Tschermak.

Chemische Zusammensetzung.

Im ersten Theile der Abhandlung wurden Beobachtungen mitgetheilt, welche sich auf die krystallographischen und optischen Eigenschaften der Glimmer beziehen. Der vorliegende Theil beschäftigt sich mit der Aufgabe, die Zusammensetzung jener Verbindungen zu ermitteln, welche in den verschiedenen Glimmern enthalten sind. Die Lösung hat einige Schwierigkeiten, weil es nur wenige Glimmer gibt, welche die gleiche percentische Zusammensetzung darbieten, die meisten hingegen untereinander verschieden sind und grosse Schwankungen zeigen. Diese erscheinen als complicirte isomorphe Mischungen. Nach vielen Versuchen, das Gemeinsame in dieser Mannigfaltigkeit zu erkennen, erhielt ich ein Resultat, welches zeigt, dass in allen Glimmern ein und derselbe Kern steckt, um welchen sich die übrigen vorhandenen Verbindungen als wechselnde Beigaben gruppiren.

Die Rechnung gründet sich auf die schon im ersten Theile bezeichneten 16 Analysen, welche sämmtlich im Laboratorium des Herrn Prof. E. Ludwig ausgeführt sind.[1] Andere Analysen, im Texte als fremde Analysen bezeichnet, wurden auch als Beispiele angeführt, aber nicht für die Berechnung der Verbindungen benützt, aus Gründen, die sich im Folgenden von selbst ergeben werden.

Über die Methode der neuen Analysen habe ich aus den Mittheilungen meines geehrten Freundes, des Herrn Prof. E. Ludwig,

---

[1] Tschermak, Mineralog. Mittheil. 1873, 1874, 1877.

hervorzuheben, dass das im reinen Zustande empfangene Material, welches nach der gewöhnlichen Methode nur schwierig und unvollkommen zerrieben werden kann, unter Wasser zu feinem Pulver zerrieben wurde. Es erfolgt das Pulvern dann ebenso leicht wie bei einem spröden Silicat von gleicher Härte. Die erhaltene Kieselsäure ist selbstverständlich jedesmal mittelst Flusssäure auf ihre Reinheit geprüft worden. Auch bei den magnesiareicheren Glimmern wurde sie ganz rein befunden. Die kleine Menge von Kieselsäure, welche in den Thonerdeniederschlag übergeht, wurde nachträglich in demselben bestimmt. Auf die Trennung der Thonerde, Kalkerde und Magnesia wurde die grösste Sorgfalt verwendet. Die Trennung der letzten Antheile der Magnesia von den Alkalien geschah mittelst Quecksilberoxyd. Über die sorgfältigere neuere Bestimmung des Lithions wurde in der Arbeit des Herrn Berwerth besonders berichtet.[1]

Die wichtigsten Verbesserungen des früheren Verfahrens erfolgten bei der Bestimmung des Eisenoxyduls und des Wassers. Die Menge des Eisenoxyduls wurde in der Lösung, welche mittelst vollkommen reiner Flusssäure und Schwefelsäure bei Abschluss des Luft erhalten war, volumetrisch ermittelt.

Das Wasser wurde direct bestimmt, indem das gepulverte und bei 120° C. getrocknete Mineral in einem Platinrohr geglüht und der entwickelte Wasserdampf in Schwefelsäure aufgefangen wurde.

Bei den fluorhaltigen Glimmern ist sodann die neue Methode durch Aufschliessen mit kohlensaurem Alkali und Aufsammeln des Wassers im Chlorcalciumrohr angewandt.

Das Fluor wurde nach der Methode von Berzelius und H. Rose als Fluorcalcium bestimmt. Zur Controle wurde das letztere in Gyps verwandelt. Es zeigte sich in allen Fällen genaue Übereinstimmung.

Die früheren Analysen von Glimmern sind ziemlich zahlreich, doch genügen nur wenige den heute gestellten Anforderungen. Auf die Reinigung des Materials wurde nicht immer grosse Sorgfalt verwendet. So gut wie die Krystalle in feine Blättchen

---

[1] Tschermak, Mineralog. Mittheil. 1877, p. 337.

zertheilt und diese mit der Loupe ausgesucht werden müssen, und schliesslich eine mikroskopische Durchsicht erfolgen muss, so ist dies auch bei derben grossblättrigen Glimmern erforderlich. Bei schuppigen Aggregaten ist man aber niemals sicher, dass nur eine einzige Glimmerart vorhanden sei, in vielen Fällen hat man ein Gemisch vor sich und ein Aussuchen ist kaum oder gar nicht möglich, weil die einzelnen Arten als Schüppchen nicht unterschieden werden können. (Siehe Fuchsit, Sericit, Margarodit etc.)

Ein zweiter Umstand, welcher bis jetzt keine Berücksichtigung gefunden hat, ist die Veränderlichkeit der Glimmer. Eine Anzahl der vorhandenen Analysen bezieht sich auf Minerale, die entweder vollständig oder zum Theile zersetzt und umgewandelt sind. In beiden Fällen sind es keine einfachen Verbindungen, sondern zufällige Gemische, die nicht mehr zum Glimmer gehören. Es ist nun allerdings von grossem Interesse, die chemischen Umwandlungen der Glimmer kennen zu lernen, aber es ist nicht sehr zweckmässig, jedem zufälligen Gemenge einen Namen zu geben und es macht Verwirrung, wenn derlei Minerale gleichberechtigt zu den Glimmern oder Chloriten gestellt werden. Dies bezieht sich auf jene Gemenge, die Voigtit, Rubellan, Vermiculit, Jefferisit, Hallit, Eukamptit, Aspidolith etc. genannt wurden. Sie sind Pseudomorphosen und Gemenge, keine ursprünglichen einfachen Minerale.

Ein Mangel, welcher den meisten der früheren Analysen anhaftet, ist das Unterlassen der Prüfung der Kieselsäure auf ihre Reinheit, ein viel grösserer noch die fehlerhafte Methode der Bestimmung des Eisenoxyduls. Das Mineral wurde gewöhnlich mit Borax zusammengeschmolzen, hierauf in der salzsauren oder schwefelsauren Lösung das Oxydul titrirt.

Man hat mehrfach die Befürchtung ausgesprochen, dass bei jenem Zusammenschmelzen ein Theil des Oxydes durch die Flammengase reducirt werde. Bei den Glimmern zeigt sich aber regelmässig, dass die älteren Analysen nicht zu wenig, sondern zu viel Eisenoxyd ergaben. Dies rührt, wie E. Ludwig neuerdings bestätigte, von dem Wassergehalte des Glimmers her. Eisenoxydulverbindungen werden durch Glühen bei Gegenwart von Wasser oxydirt, indem das Wasser zerlegt wird. Da nun 1

Gewichtstheil Wasser im günstigen Falle 8 Gewichtstheile Eisenoxydul in Oxyd zu verwandeln vermag, so muss die ältere Methode bei den Glimmern, welche bis 5 Percente Wasser enthalten, zu Irrungen führen. Aber auch die neuere Methode durch Aufschliessen mit Flusssäure und nachherigem Titriren liefert nur dann brauchbare Resultate, wenn die Säure vollständig rein respective frei von schwefliger Säure dargestellt worden.

Wie gross die Unterschiede sein können, welche durch verschiedenes Verfahren bedingt werden, zeigen folgende zwei Fälle in Glimmeranalysen:

		A. Mitscherlich	Kobell
Miask:	Eisenoxyd	2·25	10·38
	Eisenoxydul	14·36	9·36.
		Rammelsberg	Berwerth
Zinnwald:	Eisenoxyd	4·68	0·66
	Eisenoxydul	6·80	11·61.

Die Menge des Wassers ist in den früheren Analysen zu gering gefunden worden. Erstens wurde nicht lange genug geglüht, da die Glimmer das Wasser zum Theile sehr hartnäckig zurückhalten, zweitens wurde das Wasser aus dem Glühverluste berechnet, was bei den eisenhaltigen Glimmern fehlerhaft ist, denn diese nehmen beim Glühen theils aus der Luft, theils aus dem enthaltenen Wasser Sauerstoff auf.

Was die Berechnung der Analysen anlangt, möchte ich bemerken, dass die leider noch immer gebräuchliche Methode, aus den Sauerstoffproportionen auf die Zusammensetzung zu schliessen, von mir nicht angewendet wird. Diese Methode ist ein Umweg, der leicht irreführt.

Bei der Berechnung der Analyse suchen wir das einfachste atomistische Verhältniss der gefundenen Grundstoffe. Da bei der Analyse von diesen die einen als Monoxyde, die anderen als Sesquioxyde, Bioxyde etc. bestimmt und in Rechnung gebracht werden, so ist es klar, dass die Sauerstoffproportionen im Allgemeinen höhere Zahlen, complicirtere Zahlen darbieten werden, als jenes gesuchte einfachste Verhältniss. Hat man aber die Zahlen vor sich, aus welchen die Sauerstoffproportion gerechnet werden

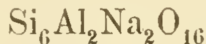
soll, so wird man immer geneigt sein, die einfachere Proportion anzunehmen, statt die höheren Zahlen zu berücksichtigen, und gerade diese sind meistens die richtigen.

Ein Beispiel dafür, wie man sich durch die Berechnung der Sauerstoffverhältnisse den richtigen Weg selbst verrammelte, ist der Epidot, dessen Zusammensetzung $Si_6Al_6Ca_4H_2O_{26}$ lange nicht erkannt wurde. Als zuerst ich und nachher Kenngott diese Formel aufgestellt hatten, wurde sie bestritten, denn das Sauerstoffverhältniss, welches dieser Formel entspricht, ist kein sehr naheliegendes, nämlich 12 : 9 : 4 : 1, wogegen das atomische Verhältniss der zugehörigen Stoffe ein sehr einfaches ist, nämlich 3 : 3 : 2 : 1. Man hatte aber früher die einfachere Sauerstoffproportion 9 : 6 : 3 : 1 angenommen, und war zu dem complicirteren Atomverhältniss 9 : 8 : 6 : 4 gelangt, das zugleich unrichtig war.

Ein älteres Beispiel sind die Plagioklase, welche ein bedenkliches Schwanken der Sauerstoffproportion zeigen, nämlich

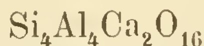
von 6 : 3 : 1
bis 2 : 3 : 1,

während das Verhältniss der säurebildenden Atome zu den Metallatomen und zu den Sauerstoffatomen bei den beiden Extremen, nämlich Albit



$$Si_6Al_2Na_2O_{16}$$

und Anorthit



$$Si_4Al_4Ca_2O_{16}$$

sowie bei allen zwischenliegenden Plagioklasen dasselbe bleibt, nämlich 8 : 2 : 16 oder 4 : 1 : 8.

Es gilt also auch hier ein altes Vorurtheil abzuschütteln, denn man hat früher allerdings geglaubt, die Ordnung in der unorganischen Natur müsse sich auch durch die Einfachheit der Sauerstoffproportion manifestiren.

Was ich bei der Berechnung voraussetzte, ist die Isomorphie von Al_2O_3 und Fe_2O_3, ferner jene von MgO und FeO. Dafür sprechen so zahlreiche Erfahrungen, dass wohl ein Zweifel nicht mehr aufkommen kann. Bisher hat sich eine Abweichung von dieser Regel nicht gezeigt.

Im Laufe der Berechnung hat sich herausgestellt, dass in den Glimmern die Metalle K, Na, Li isomorph auftreten, indem sich zeigte, dass die Kalium-, die Natrium- und die Lithium-

verbindung, welche einander entsprechen, in wechselnden Verhältnissen gemischt erscheinen, ohne dass die Form bedeutend geändert wird. Anders ist es mit dem Wasserstoff, mit dem Magnesium, Calcium, Fluor. Die hier eintretenden Verhältnisse bezüglich der Isomorphie werden später ersichtlich werden.

Die im Folgenden adoptirten Formeln sind nicht immer die kleinsten, welche durch Abkürzung der Proportion erhalten werden können, sondern jene, welche sich durch sorgfältige Vergleiche als die wahrscheinlichsten ergeben haben.

Die Prüfung der aufgestellten Formel führe ich immer so aus, dass ich die aus der Formel berechneten percentischen Verhältnisse mit den Ergebnissen der Analyse vergleiche. Diese Methode ist nach meiner Ansicht die beste, weil sie erlaubt, mit einem Blick zu erkennen, ob die berechneten Zahlen sich innerhalb der Grenzen der möglichen Beobachtungsfehler bewegen oder nicht, und ob die Fehler, wie es die Wahrscheinlichkeitsrechnung verlangt, bald positiv, bald negativ sind oder nicht.

Das häufig angewandte Verfahren, die Verbindungsverhältnisse, welche sich aus den Daten der Analyse berechnen, mit den theoretischen Zahlen zu vergleichen, ist hingegen durchaus nicht zu empfehlen, wenn es sich darum handelt, die Formel zu verificiren, denn bei diesem Vergleiche entschwindet die Grösse des möglichen Beobachtungsfehlers gänzlich der Beurtheilung. Wofern man hingegen die Formel aufzusuchen oder die einzelne Analyse zu controliren hat, wird man selbstverständlich von dem aus der Analyse gerechneten Verbindungsverhältnisse ausgehen.

Für den Damourit, Paragonit, Margarit wurden dieselben Formeln gefunden, welche schon von Rammelsberg und anderen Autoren aufgestellt worden; theilweise gilt dies auch für den Muscovit und Lepidolith; alle übrigen Glimmer lieferten hingegen Resultate, welche von den früher erhaltenen mehr oder weniger abweichen. Dabei muss immer in Betracht gezogen werden, dass mein Standpunkt ein verschiedener, da es mir nicht darum zu thun war, den Mineralen Formeln zu geben, welche nichts anderes als die Analyse in abgekürzter Form darstellen, sondern da ich, wie bei der Berechnung der Feldspathe, der Pyroxen- und Amphibolgruppe, darauf ausging, jene chemischen Verbindungen zu eruiren, welche in der ganzen Gruppe auftreten.

Muscovit (Damourit).

Die klaren Tafeln, welche unter dem gegenwärtig im Handel verbreiteten ostindischen Muscovit öfter zu finden sind, geben ein vorzügliches Untersuchungsmaterial ab, das leicht im reinen Zustande zu erhalten ist. Solche Tafeln, welche unter dem Mikroskope fast frei von fremden Einschlüssen erschienen und erst bei grösserer Dicke eine braune Färbung zeigten, wurden der Analyse unterworfen. Ein Exemplar mit der Bezeichnung Bengalen lieferte die Resultate unter I, ein anderes Exemplar mit der Angabe Ostindien jene unter II. Wofern in diesen Analysen statt des gefundenen Eisenoxyds die äquivalente Menge Thonerde eingeführt wird, ebenso statt der gefundenen Mengen von Eisenoxydul und Kalk[1] die äquivalente Menge von Magnesia, endlich statt der gefundenen Mengen von Natron und Lithion die äquivalente Menge von Kali angesetzt wird und schliesslich die Analysen auf 100 berechnet werden, so ergeben sich als reducirte Analysen die unter I r. und II r. angeführten Zahlen.

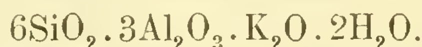
	I.	I *r*.	II.	II *r*.
Fluor	0·15	0·15	0·12	0·12
Kieselsäure	45·57	45·75	45·71	45·69
Thonerde	36·72	37·48	36·57	37·32
Eisenoxyd	0·95		1·19	
Eisenoxydul	1·28		1·07	
Magnesia	0·38	1·22	0·71	1·62
Kalkerde	0·21		0·46	
Natron	0·62		0·79	
Kali	8·81	10·33	9·22	10·42
Lithion	0·19		—	
Wasser	5·05	5·07	4·83	4·83
	99 93	100	100·67	100
Spec. Gewicht	2·831		2·830.	

[1] Da die Menge von Kalk nur sehr gering, so mag diese Reduction hier gestattet sein.

Die Analysen führen zu folgenden Verbindungsverhältnissen:

	Fl	SiO_2	Al_2O_3	MgO	K_2O	H_2O
I........	0·08	7·59	3·63	0·30	1·09	2·78
II.......	0·06	7·62	3·63	0·40	1·11	2·62

Werden die geringen Mengen von Fluor und Magnesium einstweilen vernachlässigt, so geben die angeführten Verhältnisse für den untersuchten Muscovit die Formel:



$$6SiO_2 . 3Al_2O_3 . K_2O . 2H_2O.$$

Die percentischen Zahlen, welche dieser Formel entsprechen, geben im Vergleiche mit den reducirten Analysen Folgendes:

	Rechnung	I *r.*	II *r.*
Fluor	—	0·15	0·12
Kieselsäure	45·06	45·75	45·96
Thonerde	38·67	37·48	37·42
Magnesia	—	1·22	1·62
Kali	11·77	10·33	10·42
Wasser	4·50	5·07	4·83

Die Uebereinstimmung ist eine befriedigende, aber nicht ganz vollständige, weil der Gehalt an Magnesium und Fluor das Verhältniss der übrigen Bestandtheile etwas ändert. Die Zahlen für Kali bleiben um etwas gegen die theoretischen zurück, woraus zu schliessen, dass auch ein wenig von einer kaliumärmeren Verbindung, nämlich $Si_6Al_6KH_5O_{24}$ oder $Si_6Al_6H_6O_{24}$ beigemischt sei. Der Wassergehalt ist in der einen Analyse um 0·57 Percent, in der anderen um 0·33 Percent zu gross, eine Erscheinung, welche auch bei den übrigen Glimmern wiederkehrt und weiter ihre Erklärung erhalten wird.

Vielleicht darf aber schon hier bemerkt werden, dass nach Berücksichtigung der isomorph beigemischten Verbindungen, welche Magnesium respective Fluor enthalten, und deren Mengen 2·60 Percent respective 1·20 Percent betragen, die Rechnung sehr vollkommen mit der Beobachtung übereinstimmt. Es ergibt sich nämlich, wofern die am Schlusse angeführte Methode der Berechnung anticipirt wird, Folgendes:

	Rechnung	I r.	II r.
Fluor	0·14	0·15	0·12
Kieselsäure	45·88	45·75	45·96
Thonerde	37·47	37·48	37·32
Magnesia	1·49	1·22	1·62
Kali	10·41	10·33	10·42
Wasser	4·67	5·07	4·83

Von fremden Analysen des Muscovits sind nur solche zum Vergleiche brauchbar, welche wenig Eisen und Magnesium angeben. Die Mehrzahl derselben entspricht ungefähr der obigen Formel, wie folgende Beispiele zeigen:

1. Goshen Mass. Rammelsberg, 2. Utö, Rammelsberg, 3. Litchfield Smith und Brush, 4. Dichter Muscovit von Unionville Penn. König, 5. Dichter M. (Damourit) Pontivy, Delesse.

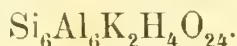
	1.	2.	3.	4.	5.
Fluor	0·52	1·32			
Kieselsäure	47·02	45·75	44·60	45·73	45·22
Thonerde	36·83	35·48	36·23	37·10	37·85
Eisenoxyd	0·51	1·86	1·34	1·30	—
Manganoxydul	1·05	0·52	—	—	—
Magnesia	0·26	0·42	0·37	0·34	—
Kalkerde	—	—	0·50	—	—
Natron	0·30	1·58	4·10	0·88	—
Kali	9·80	10·36	6·20	10·50	11·20
Wasser	3·90	2·50	5·26	4·48	5·25
	100·19	99·79	98·60	100·33	99·52
Spec. Gew.	2·859	2·836	2·76 (?)	2·857	2·792

Auch hier ist zu bemerken, dass der Gehalt an Fluor, sowie an zweiwerthigen Metallen öfters die Verhältnisse etwas verschiebt, indem kleine Mengen der entsprechenden Verbindungen, welche zugleich dem Muscovit isomorph sind, beigemischt erscheinen.

Von diesen Verbindungen kann natürlich erst später ausführlicher die Rede sein. Der Wassergehalt in den älteren Analysen stimmt oft mit der theoretischen Menge nicht überein, da die frühere Methode der Wasserbestimmung sehr unvollkommen war. Es scheint, dass die Schwierigkeit der völligen Austreibung des

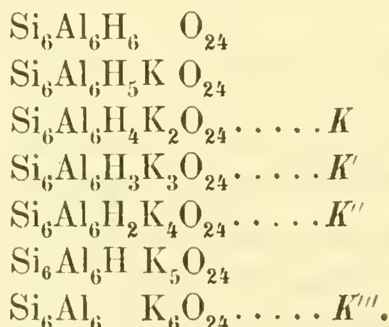
Wassers auch von der blätterigen Textur herrührt, welche bei der früheren Methode ein vollständiges Pulverisiren hinderte. Die krystallisirten Glimmer gaben nämlich ehedem zu kleine Zahlen, während die dichten Muscovite, welche man Damourit nennt, auf Zahlen führten, welche den theoretischen gleichkommen oder sie übertreffen. Demzufolge ist für den Damourit schon vor längerer Zeit von Rammelsberg die Muscovitformel aufgestellt worden. Ich habe schon früher die Ueberzeugung ausgesprochen,[1] dass der Damourit nur ein dichter Muscovit sei. Die Angabe von Descloizeaux, welche für den Damourit von Pontivy in den feinen Schuppen einen Winkel der optischen Axen von 10° bis 12° anführt,[2] stimmt zwar nicht gut mit dieser Vereinigung, doch fand ich sowohl in dem Damourit von Reschitza, von Pregratten, sowie neuerlich in dem von Horsjöberg in Wermland durchaus Blättchen mit dem beim Muscovit gewöhnlichen Axenwinkel von 60° bis 70°.

Der Muscovit repräsentirt in der Glimmergruppe eine der einfachsten Verbindungen. Die kleinste Formel derselben ist, weil die Aluminiumatome in paariger Anzahl erscheinen müssen:



$$Si_6Al_6K_2H_4O_{24}.$$

Wenn man in Betracht zieht, dass der enthaltene Wasserstoff erst bei hohen Temperaturen als Wasser entweicht, so ist die Verbindung als eine solche zu betrachten, die vertretbaren Wasserstoff enthält, und es würden demgemäss, wenn bloss an die Vertretung von Wasserstoff durch Kalium gedacht wird, folgende Verbindungen möglich erscheinen:



$$Si_6Al_6H_6\ O_{24}$$
$$Si_6Al_6H_5K\ O_{24}$$
$$Si_6Al_6H_4K_2O_{24} \ldots\ldots K$$
$$Si_6Al_6H_3K_3O_{24} \ldots\ldots K'$$
$$Si_6Al_6H_2K_4O_{24} \ldots\ldots K''$$
$$Si_6Al_6H\ K_5O_{24}$$
$$Si_6Al_6\ K_6O_{24} \ldots\ldots K'''.$$

Von diesen wären die vier mit *K*, *K'*, *K''* und *K'''* bezeichneten Verbindungen in den verschiedenen Glimmerarten anzu-

[1] Sitzungsberichte d. Wiener Akad. LVIII. 2. Abth.

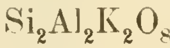
[2] Manuel de Mineralogie, p. 498.

nehmen. Es ist aber klar, dass man statt der oben genannten auch Molekelverbindungen annehmen darf, welche sich aus den beiden Arten von Molekeln:



$$Si_2Al_2H_2O_8$$

und



$$Si_2Al_2K_2O_8$$

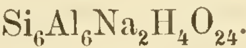
zusammensetzen, und zwar würde das Verhältniss beider in *K*, *K'* und *K''* sein 2 : 1, 1 : 1, 1 : 2. Speciell für den Muscovit hätte man

$$\left.\begin{matrix} Si_2Al_2H_2O_8 \\ Si_2Al_2H_2O_8 \\ Si_2Al_2K_2O_8 \end{matrix}\right\} \ldots\ldots K.$$

Es gibt auch Muscovite, welche in ihrer Zusammensetzung von der eben entwickelten Regel etwas abweichen und sich den Lepidolithen nähern. Ich habe diese Abtheilung als Phengite bezeichnet, und werde dieselben später besprechen.

Paragonit.

Dieser Glimmer ist bisher noch nicht in grösseren freien Krystallen oder Tafeln gefunden worden, daher ich ein vollständig reines vertrauenswerthes Material nicht erlangte. Es genügen aber die schon vorhandenen Analysen des schuppigen Minerales, um zu zeigen, dass der Paragonit vollständig dem Muscovit entspricht. Die Formel ist:



$$Si_6Al_6Na_2H_4O_{24}.$$

1. P. v. Gotthard Rammelsberg, 2. von Pregratten Öllacher, 3. von ebendaher Kobell.

	1.	2.	3.
Kieselsäure	47·75	44·65	48·00
Thonerde	40·10	40·41	38·29
Chromoxyd	—	0·10	—
Eisenoxyd	—	0·84	0·91
Magnesia	—	0·37	0·36
Kalkerde	—	0·52	—
Natron	6·04	7·06	6·70
Kali	1 12	1·71	1·89
Wasser	4·58	5·04	2·51
	99·36	100·70	98·66

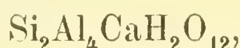
Die reducirten Beobachtungen ergeben im Vergleiche mit der Rechnung Folgendes:

	1.	2.	3.	Rechnung
Kieselsäure	48·13	44·82	48·48	46·94
Thonerde	40·42	41·17	39·27	40·29
Magnesia	—	0·74	0·36	—
Natron	6·83	8·21	8·02	8·08
Wasser	4·62	5·06	2·53	4·69
	100	100	98·66	

Nach den bisherigen Erfahrungen ist es wahrscheinlich, dass die Substanz des Paragonits und jene des Muscovits sich beim Krystallisiren in den verschiedensten Verhältnissen zu mischen vermögen, denn in manchen Analysen von Muscoviten erscheint ein Drittel, und in einer (Litchfield nach Smith) sogar die Hälfte des Kalium durch Natrium ersetzt.

Margarit.

Dieser Glimmer bildet den Übergang zwischen der Glimmergruppe im engeren Sinne und der Clintonitgruppe. Die chemischen Verhältnisse sind verschieden von den früher behandelten, wie es dem neu eintretenden Elemente Calcium entspricht. Die Analysen des Tiroler Margarits entsprechen nahezu der Formel



$$Si_2Al_4CaH_2O_{12},$$

jedoch geben sie auch eine nicht unerhebliche Menge von Natron an, was auf das Verhandensein eines isomorphen natriumhaltigen Silicates schliessen lässt.

1. Sterzing Öllacher, 2. ebendaher Smith, 3. Pfitsch Faltin.

	1.	2.	3.	Rechnung
Fluor	0·14	—	0·13	—
Kieselsäure	30·11	28·55	29·57	30·00
Thonerde	50·15	50·24	52·63	51·50
Eisenoxyd	1·05	1·65	1·61	—
Magnesia	1·22	0·69	0·64	—
Kalkerde	10·29	11·88	10·79	14·00
Natron	2·38	1·87	0·74	—
Kali	0·39	—	0·44	—
Wasser	4·64	4·88	3·20	4·50
	100·37	99·76	99·75	

Der Tiroler Margarit ist, wie aus diesen Zahlen zu ersehen, nicht geeignet, die Zusammensetzung des Natriumsilicates erkennen zu lassen. Ein natriumreicher Margarit stand mir nicht zu Gebote, somit war ich genöthigt, die Erlangung eines endgiltigen Resultates noch zu verschieben.

Anomit.

Die grossen braunen Glimmerkrystalle vom Baikalsee, welche schon von H. Rose analysirt wurden, ergaben bei der neuerlichen Untersuchung die Resultate unter V. Die entsprechende reducirte Analyse ist mit V. r. bezeichnet. Der schon mehrfach analysirte grüne Glimmer von Greenwood fournace, welcher die schönen Gleitflächen zeigt, lieferte die Zahlen unter VI.

	V.	V *r.*	VI.	VI *r.*
Fluor	1·57	1·60	Sp.	—
Kieselsäure	40·00	40·77	40·81	42·25
Thonerde	17·28	18·08	16·47	18·49
Eisenoxyd	0·72	—	2·16	—
Eisenoxydul	4·88	—	5·92	—
Magnesia	23·91	27·14	21·08	25·23
Kali	8·57	11·01	9·01	11·76
Natron	1·47	—	1·55	—
Wasser	1·37	1·40	2·19	2·27
	99·77	100	99·19	100
Spec. Gewicht	2·87		2·846	

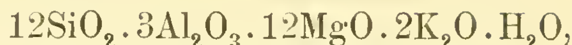
Die beiden Analysen ergeben folgende Verbindungsverhältnisse:

	SiO_2	Al_2O_3	MgO	K_2O	H_2O	Fl
V.	6·67	1·73	6·66	1·15	0·76	0·82
VI.	7·80	1·74	6·09	1·21	1·21	— .

Wenn man für die Zahlen V. nach Ausschluss jener für Wasser und Fluor, welche mehr Zufälligkeiten unterliegen, das grösste gemeinschaftliche Mass ermittelt, und alle dadurch dividirt, so erhält man

V.	12·01	3·10	12·00	2·07	1·36	1·41,

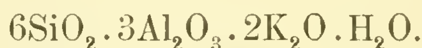
und dies führt zu der Formel:



$$12SiO_2 . 3Al_2O_3 . 12MgO . 2K_2O . H_2O,$$

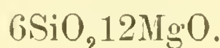
wofern einstweilen von dem Fluor abgesehen wird. Die Werthe der Analyse kommen diesem Verhältnisse sehr nahe.

Die eben erhaltene Formel lässt sich in zwei Theile zerlegen, wovon der eine schon von dem Muscovit her bekannt ist, nämlich



$$6SiO_2 . 3Al_2O_3 . 2K_2O . H_2O.$$

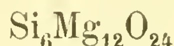
Es ist die zuvor mit *K''* bezeichnete Verbindung. Der andere Theil aber ist



$$6SiO_2 12MgO.$$

Er entspricht dem Olivin. Man kann diesen zweiten Theil als eine chemische Verbindung ansehen, welche dem Olivin polymer ist, oder als eine Molekelverbindung ansehen, in welchem Falle drei Molekel von Olivin $Si_2Mg_4O_8$ mit einander vereinigt anzunehmen wären.

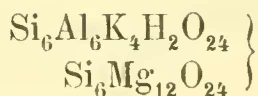
Im Folgenden werde ich die Formel



$$Si_6Mg_{12}O_{24}$$

abkürzungsweise durch *M* ausdrücken.

Die Formel des Anomits vom Baikalsee, nämlich:



$$\left.\begin{matrix} Si_6Al_6K_4H_2O_{24} \\ Si_6Mg_{12}O_{24} \end{matrix}\right\}$$

ist sonach *K'' M*.

Der Grad der Übereinstimmung zwischen den aus der Formel berechneten und den aus der Beobachtung folgenden Zahlen erkennt man aus der folgenden Zusammenstellung. Das Verhältniss zwischen den beiden Theilen *K''* und *M* bleibt sich aber nicht immer gleich, sondern ist schwankend, wie schon die Analyse des Anomits von Greenwood fournace erkennen lässt, welche mehr dem Verhältnisse $K''_7 M_6$ entspricht.

	$K''M$	V r.	K''_7M_6	VI r.
Kieselsäure	41·98	41·05	41·92	42·25
Thonerde	18·02	18·21	19·37	18·49
Magnesia	27·99	27·32	25·79	25·23
Kali	10·96	11·08	11·79	11·76
Wasser	1·05	1·41	1·13	2·27
Fluor	—	1·61	—	—
		100·68		100

Hier sind die Rechnungen so ausgeführt, als ob ganz bestimmte Verbindungen der Substanzen K'' und M vorlägen, die Rechnung bezieht sich, wie man zu sagen pflegt, auf Mischungen nach Molekeln.

Auch im Folgenden wird die Rechnung in gleicher Weise geführt werden, um zu untersuchen, ob sich in dieser Beziehung eine Gesetzmässigkeit ergibt. Es ist aber klar, dass man auch von einer solchen Regelmässigkeit absehen und die Rechnung nach Percenten ausführen kann, indem angegeben wird, wie viel Percente von der einen und der anderen Verbindung vorhanden sind.

Die Zusammensetzung der Verbindung K'' ist nun:

Kieselsäure	41·14
Thonerde	35·31
Kali	21·49
Wasser	2·06,

die der anderen Verbindung M hingegen

Kieselsäure	42·86
Magnesia	57·14.

Denkt man sich nun die erste Verbindung mit der zweiten gemischt in dem Verhältnisse von 51 zu 49 Percent, so gelangt man zu denselben Zahlen, wie sie zuvor unter der Überschrift $K''M$ angeführt wurden. Berechnet man ein Gemisch der beiden Verbindungen nach dem Verhältnisse von 54·86 und 45·14 Percent, so erhält man die Zahlen unter K''_7M_6.

Anomite von anderen als den beiden genannten Fundorten sind bisher noch nicht untersucht worden. Wollte man blos nach den Analysen urtheilen, ohne zugleich die physikalischen Eigen-

schaften in Betracht zu ziehen, so würden vielleicht manche der analysirten Glimmer hierher gestellt werden, z. B. *a)* Glimmer aus dem Granitgneiss von New York, P. Schweitzer; *b)* Grüner Glimmer von Chester, Mass. L. Smith; *c)* Glimmer von Middletown, Conn. W. Hawes:

	a)	*b)*	*c)*
Titansäure	—	—	1·46
Kieselsäure	36·58	39·08	35·61
Thonerde	12·64	15·38	20·03
Eisenoxyd	9·54	7·12	0·13
Eisenoxydul	20·74	0·31	21·85
Manganoxydul	—	—	1·19
Magnesia	7 39	23·58	5·23
Kali	8·85	7·50	9·69
Natron	0·99	2·63	0·52
Lithion	—	—	0·95
Wasser	2·77	2·24	1·87
Fluor	0·83	0·76	0·76
	100·33	98·60	99·27

Die reducirten Beobachtungen stimmen folgender Art mit der Rechnung:

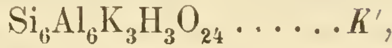
	a)	K''_3M_2	*b)*	K''_4M_3	*c)*	K''_8M_5
Kieselsäure ...	41·63	41·82	40·18	41·86	39·81	41·79
Thonerde	21·37	21·53	20·52	20·53	21·81	22·07
Magnesia	21·52	22·30	24·41	23·92	20·97	21·43
Kali	11·78	13·10	11·81	12·49	14·58	13·43
Wasser	3·15	1·25	2·30	1·20	2·02	1·28
Fluor	0·94	—	0·78	—	0·81	—

Die drei theoretischen Zahlenreihen werden auch erhalten, wenn die Rechnung so geführt wird, dass von den Verbindungen K' und M die percentischen Verhältnisse 61 und 39, ferner 58·14 und 41·86, sowie 62·50 und 37·50 angenommen werden.

Meroxen.

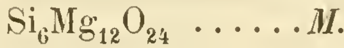
Die Glimmer dieser Abtheilung verhalten sich ähnlich wie die der vorigen. Sie enthalten ein Thonerdesilicat, welches der

Muscovitreihe entspricht nämlich



$$Si_6Al_6K_3H_3O_{24} \ldots\ldots K',$$

und das vorhin besprochene Magnesiasilicat



$$Si_6Mg_{12}O_{24} \ldots\ldots M.$$

Diese beiden Antheile treten in mehreren Verhältnissen zusammen, so dass verschiedene isomorphe Mischungen angenommen werden können.

Die Analysen, welche dies ergeben, beziehen sich: jene unter VII. auf den schwarzen Glimmer von Tschebarkul in Sibirien, welcher grosse Tafeln darstellt, die unter VIII. auf den grünen Glimmer von Morawitza, der kleinere Blätter zeigt, welche eine feine isomorphe Schichtung erkennen lassen, die unter IX. auf einen schwarzen Glimmer vom Vesuv, der eine Druse freier Krystalle bildete:

	VII.	VII *r*.	VIII.	VIII *r*.	IX.	IX*r*.
Fluor	Sp.	—	—	—	0·89	0·92
Kieselsäure ...	38·49	42·41	40·16	41·06	39·30	40·44
Thonerde.....	14·43	19·76	15·79	17·81	16·95	17·76
Eisenoxyd	5·44	—	2·53	—	0·48	—
Eisenoxydul...	14·75	—	4·12	—	7·86	—
Manganoxydul	Sp.	—	Sp.	—	0·59	—
Magnesia	16·34	27·02	26·15	29·08	21·89	27·96
Kalkerde	—	—	Sp.	—	0·82	—
Natron	0·53	—	0·37	—	0·49	—
Kali	8·12	9·83	7·64	8·39	7·79	8·79
Wasser.......	0·89	0·98	3·58	3·66	4·02	4·13
	99·00	100	100·34	100	101·08	100
s =	3·004				2·86.	

Die Verbindungsverhältnisse, welche sich aus diesen drei Analysen ergeben, sind:

	Fl	SiO_2	Al_2O_3	MgO	K_2O	H_2O
VII.......	—	6·42	1·74	6·14	0·95	0·49
VIII......	—	6·69	1·69	7·11	0·87	1·98
IX	0·47	6·55	1·68	6·79	0·91	2·23

In den Zahlen derselben Columnen zeigt sich eine ziemlich grosse Constanz, mit Ausnahme der des Wassers, welches grosse Schwankungen darbietet. Dieselben sind jedoch meist auf die schon erwähnte Beschaffenheit des Glimmers zurückzuführen, welche ein mechanisches Einschliessen von Wasser begünstigt.

Es könnte aber auch die Veränderlichkeit des Silicates $Si_6Mg_{12}O_{24}$ dazu beitragen. Vom Olivin wissen wir, dass derselbe leicht Wasser aufnimmt, noch bevor er sich unter Abgabe von Magnesia in Serpentin verwandelt. In ähnlicher Weise mag wohl auch die entsprechende Verbindung in den Magnesiaglimmern öfters verwandelt werden. Die untersuchten Glimmer waren indessen vollständig frisch und zeigten meistens nicht die Spur einer Umwandlung, so dass vorzugsweise der erst angeführte Grund für die Schwankungen im Wassergehalte in Betracht kommt.

Für den Vergleich der Rechnung mit der Beobachtung dienen folgende Zahlen:

	K'_7M_6	VII *r.*	$K'M$	VIII *r.*	IX *r.*
Kieselsäure	42·94	42·41	42·93	41·06	40·44
Thonerde	19·85	19·76	18·43	17·81	17·76
Magnesia	26·43	27·02	28·62	29·08	27·96
Kali	9·05	9·83	8·41	8·39	8·79
Wasser	1·73	0·98	1·61	3·66	4·13
Fluor	—	—	—	—	0·92

Um die Berechnung der theoretischen Zahlen percentisch auszuführen, geht man von der Zusammensetzung der Verbindung K' aus:

Kieselsäure	43·01
Thonerde	36·92
Kali	16·84
Wasser	3·23,

und von jener der Verbindung M, welche bereits angeführt wurde.

Nimmt man das percentische Verhältniss für beide zu 53·76 und 46·24 an, so gelangt man zu den Zahlen unter K'_6M_7, wogegen man zu jenen unter $K'M$ gelangt, wenn das Verhältniss von 50 zu 50 Percent angenommen wird.

Von fremden Analysen können zum Vergleiche nur solche herangezogen werden, welche in neuerer Zeit ausgeführt wurden

und bei welchen man vermuthen darf, dass eine einigermassen richtige Bestimmung der Oxyde des Eisens stattgefunden habe.

Als zum Meroxen gehörig mögen folgende Beispiele angeführt werden: 1. Schwarzgrüner Glimmer vom Vesuv, Analyse Chodnew's mit der Bestimmung der Oxyde des Eisens von A. Mitscherlich. 2. Schwarzer Biotit von Karosulik in Grönland, v. Kobell. 3. Schwarzer Biotit von Brewig, Defrance. 4. Schwarzer Biotit von Miask v. Kobell; die Bestimmung der Oxyde des Eisens von demselben. 5. Schwarzer Biotit von Brand bei Freiberg, Scheerer. 6. Schwarzer Biotit von ebendaher, Kiebel. 7. Schwarzer Biotit von Lierwiese, Eifel, v. d. Mark (Mitscherlich).

	1.	2.	3.	4.
Titansäure	—	—	0·99	—
Kieselsäure	40·91	41·00	35·93	42·12
Thonerde	17·79	16·88	10·98	12·83
Eisenoxyd	3·00	4·50	9·82	10·38
Eisenoxydul	7·03	5·05	27·65	9·36
Magnesia	19·04	18·86	5·13	16·15
Kalkerde	0·30	—	1·04	—
Natron	—	—	5·18	—
Kali	9·96	8·76	0·24	8·58
Wasser	—	4·30	4·30	1·07
	98·03	99·35	101·26	100·49

	5.	6.	7.
Fluor	—	—	0·44
Titansäure	2·47	3·64	2·44
Kieselsäure	37·18	37·06	39·39
Thonerde	17·53	16·78	15·30
Eisenoxyd	6·20	6·07	12·14
Eisenoxydul	15·35	15·37	4·53
Manganoxydul	0·31	—	—
Magnesia	9·05	9·02	15·41
Kalkerde	0·79	0·57	—
Natron	2·93	2·86	2·27
Kali	5·14	5·96	6·32
Wasser	3·62	3·77	1·22
	100·57	101·10	99·46

Werden diese Analysen reducirt und die so erhaltenen Zahlen mit den berechneten zusammengestellt, so ergibt sich Folgendes:

	K_4M_3	1)	2)	3)	4)
Titansäure	—	—	—	1·12	—
Kieselsäure	42·95	42·95	42·93	40·80	45·47
Thonerde	21·06	20·71	20·71	19·63	21·06
Magnesia	24·54	24·09	22·69	23·25	23·05
Kalkerde	—	0·31	—	1·14	—
Kali	9·61	10·46	9·17	9·18	9·26
Wasser	1·84	—	4·50	4·88	1·16
		98·52[1]	100	100	100

	K_2M	5)	6)	7)
Titansäure	—	2·66	3·89	2·59
Kieselsäure	42·96	40·09	39·60	41·77
Thonerde	24·58	23·16	22·11	24·51
Magnesia	19·06	19·10	18·76	19·02
Kalkerde	—	0·85	0·61	—
Kali	11·22	10·31	11·00	10·35
Wasser	2·15	3·90	4·03	1·29
		100	100	99·53

Die beiden theoretischen Zahlenreihen entsprechen auch den percentischen Verhältnissen von 57:43 und 66·6:33·4.

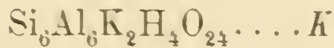
Ausser den angeführten Analysen dürften auch noch einige andere, die eine Trennung der beiden Oxyde des Eisens angeben, auf die Abtheilung Meroxen zu beziehen sein. Es sind dies eisenreiche Glimmer aus Gesteinen verschiedener Art mit ähnlichen Ergebnissen wie die obigen. Die Zahlen sind aber öfters derart, dass es schwer ist zu bestimmen, ob das Mineral hierher oder zu der nächsten Abtheilung zu stellen sei.

Lepidomelan.

Von den Glimmern, welche gegenwärtig hierher gestellt werden, sind wohl manche nur als eisenreiche Meroxene zu

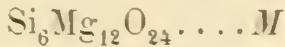
[1] Chodnew's Analyse gibt kein Wasser an, zeigt jedoch einen bedeutenden Abgang; sie wurde daher nicht auf 100 reducirt. In der reducirten Analyse 7) ist 0·47 Fluor weggelassen.

betrachten, andere hingegen scheinen eine etwas verschiedene Zusammensetzung zu haben, indem jenes schon bei dem Muscovit erkannte Silicat:



$$Si_6Al_6K_2H_4O_{24} \ldots K$$

mit dem ebenfalls schon betrachteten:



$$Si_6Mg_{12}O_{24} \ldots M$$

in verschiedenen Verhältnissen gemischt anzunehmen ist.

Wie schon hervorgehoben wurde, sind die Mehrzahl der vorhandenen Analysen eisenreicher Glimmer wegen begonnener Zersetzung oder mangelhafter Eisenoxydulbestimmung zur Berechnung unbrauchbar, und es kann daher die aus dem Jahre 1840 herrührende Analyse des Originalexemplars von Lepidomelan auch nicht von vornherein als richtig betrachtet werden, allein die in den Sammlungen vorhandenen Stücke jenes Lepidomelans enthalten zum wenigsten ein frisches Mineral, und solange nicht eine genauere Untersuchung vorliegt, bleibt wohl nichts übrig als mit der älteren Analyse vorlieb zu nehmen. Übrigens entsprechen auch einige neuere Analysen, darunter eine von Scheerer, derselben Regel.

Unter dem Lepidomelan sowohl als überhaupt unter den eisenreichen Glimmern, welche mir zukamen, fand ich keinen, der bei der mikroskopischen Untersuchung jene Reinheit und Frische gezeigt hätte, welche die Ausführung einer Analyse empfohlen hätte. Ich muss mich daher begnügen, auszusprechen, dass aller Wahrscheinlichkeit nach eine Anzahl von schwarzen Glimmern eine Zusammensetzung besitzt, welche der Mischungsregel $K_h M_k$ entspricht. Der Grad der Übereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung wird aus dem Folgenden ersichtlich. Benützt sind die Analysen: 1. Lepidomelan von Persberg Wermeland, Soltmann. 2. Carlow Cty, Haughton. 3. Biotit von Harzburg, Streng. 4. Biotit von Freiberg, Scheerer. 5. Ebendaher, Rube. 6. Biotit aus dem Tonalit Baltzer.

	1)	2)	3)	4)	5)	6)
Titansäure	—	—	0·36[1]	3·06	3·16	—
Kieselsäure	37·40	35·55	36·17	37·50	36·89	36·43
Thonerde	11·60	17·08	18·09	17·87	15·00	14·40
Eisenoxyd	27·66	23·70	8·70	12·93	16·29	16·71
Eisenoxydul	12·43	3·55	13·72	9·95	6·95	17·40
Manganoxydul	—	1·95	—	0·20	—	—
Magnesia	0·60	3·07	11·16	10·15	9·65	6·87
Kalkerde	—	0·61	0·52	0·45	1·75	1·66
Kali	9·20	9·45	7·59	0·83	6·06	5·54
Natron	—	0·35	—	3·00	—	0·03
Wasser	0·60	4·30	2·28	3·48	4·40	—
	99·49	99·61	98·59	100·15	100·15	99·04

Die reducirten und die berechneten Werthe sind:

	K_6M	1)	2)	K_2M	3)
Fluor	—	—	—	—	0·40
Kieselsäure	44·73	44·47	41·39	44·30	40·47
Thonerde	32·91	34·95	34·14	25·35	26·50
Magnesia	8·52	8·93	7·14	19·69	21·01
Kalkerde	—	—	0·71	—	0·58
Kali	10·01	10·94	11·62	7·71	8·49
Wasser	3·83	0·71	5·00	2·95	2·55
		100	100		100

	K_2M	4)	5)	6)
Titansäure	—	3·35	3·46	—
Kieselsäure	44·30	41·03	40·42	41·81
Thonerde	25·35	28·65	27·93	28·88
Magnesia	19·69	17·28	14·81	18·98
Kalkerde	—	0·49	1·92	1·91
Kali	7·71	5·39	6·64	6·42
Wasser	2·95	3·81	4·82	—
		100	100	98·00

Lepidolith.

Zur Analyse wurden klare Blättchen aus dem körnigen Mineral von Paris in Maine, ferner solche aus dem kleinkörnigen

[1] Fluor.

Lepidolith von Rozena in Mähren ausgewählt. Das Material war vollständig rein, doch ist jedes Blättchen, wie schon erwähnt, aus vielen Individuen zusammengesetzt, so dass die beiden Lepidolithe bei der optischen Prüfung nicht jenen Eindruck der Einfachheit machten wie die Platten von Muscovit.

In beiden Mineralen fand Herr Berwerth mehr Lithium als bisher angegeben worden, und überhaupt andere Zahlen für die Alkalien, endlich einen Wassergehalt, welcher früher bezweifelt worden war.[1]

Die analytischen Resultate sind:

	Paris X.	Rozena XI.
Fluor	5·15	7·88
Phosphorsäure	—	0·05
Kieselsäure	50·39	50·98
Thonerde	28·19	27·80
Eisenoxydul	—	0·05
Kali	12·34	10·78
Lithion	5·08	5·88
Wasser	2·36	0·96
	103·51	104·38
Dem Fluor äquivalenter Sauerstoff	2·17	3·32
	101·34	101·06
$s =$	2·855	2·839

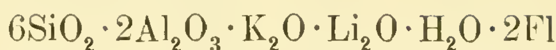
In beiden wurden auch Spuren von Mangan gefunden. Rubidium und Cäsium wurden nicht besonders bestimmt. Die Verbindungsverhältnisse berechnen sich, wie folgt:

	Fl	SiO_2	Al_2O_3	K_2O	Li_2O	H_2O
X	2·62	8·40	2·74	1·31	1·69	1·31
XI	4·15	8·49	2·70	1·15	2·05	0·54

Mit Berücksichtigung des Umstandes, dass die Zahl für Lithion wegen des geringen Atomgewichts des Lithiums relativ weniger genau ist als die der übrigen nicht flüchtigen Stoffe,

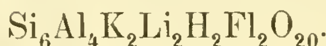
[1] Tschermak, Mineralog. Mittheilungen 1877, p. 337.

darf man für X. das Verhältniss



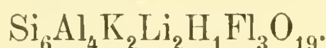
$$6SiO_2 \cdot 2Al_2O_3 \cdot K_2O \cdot Li_2O \cdot H_2O \cdot 2Fl$$

annehmen und sonach die Formel schreiben



$$Si_6Al_4K_2Li_2H_2Fl_2O_{20}.$$

Die andere Analyse weicht aber im Fluor und im Wasserstoff von der ersten ab, wogegen die Summe der Alkalien dieselbe ist. Man darf somit eine weitergehende Substitution von Hydroxyl durch Fluor annehmen und, vorläufig ohne Rücksicht auf das etwas veränderte Verhältniss von Kalium und Lithium, für XI. schreiben:

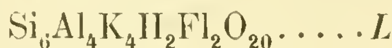


$$Si_6Al_4K_2Li_2H_1Fl_3O_{19}.$$

Zum Vergleiche der Rechnung und Beobachtung dienen die folgenden Zahlen. Die erste Rechnung wurde der ersteren Formel entsprechend ausgeführt, die zweite nach der letzteren, jedoch in der Weise, dass das Verhältniss von Kalium und Lithium als 2 : 3 angenommen wurde:

	berechnet	X.	berechnet	XI.
Fluor	5·20	5·15	7·92	7·88
Kieselsäure	49·32	50·39	50·06	50·98
Thonerde	28·22	28·19	28·64	27·80
Kali	12·88	12·34	10·46	10·78
Lithion	4·11	5·08	5·01	5·88
Wasser	2·47	2·36	1·25	0·96
	102·20	103·51	103·34	104·28

Die beiden beobachteten Fälle lassen vermuthen, dass mehrere Verbindungen existiren, welche dem Lepidolith ähnlich sind, und von demselben nur durch ein anderes Verhältniss von Fluor und Wasserstoff verschieden sind. Das Kalium und das Lithium scheinen darin bis zu einem gewissen Grade isomorph zu sein. Nimmt man der Kürze wegen für die Alkalien blos Kalium allein an, so hat man für den Lepidolith von Paris, für jenen von Rozena und für die weiter zu besprechende Verbindung, welche im Zinnwaldit anzunehmen ist, die Formeln:



$$Si_6Al_4K_4H_2Fl_2O_{20} \ldots\ldots L$$



$$Si_6Al_4K_4H\,Fl_3O_{19}$$



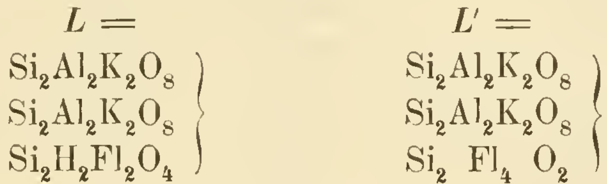
$$Si_6Al_4K_4Fl_4\,O_{18} \ldots\ldots L'.$$

Man kann nun wiederum diese Verbindungen als Molekelverbindungen ansehen, in welchen die schon vom Muscovit her bekannte Molekel:



$$Si_2Al_2K_2O_8$$

die Hauptrolle spielt, und zwar wären demzufolge



$$L = \left.\begin{array}{l} Si_2Al_2K_2O_8 \\ Si_2Al_2K_2O_8 \\ Si_2H_2Fl_2O_4 \end{array}\right\} \qquad L' = \left.\begin{array}{l} Si_2Al_2K_2O_8 \\ Si_2Al_2K_2O_8 \\ Si_2\ Fl_4\ O_2 \end{array}\right\}$$

Die Zusammensetzung der Molekel, welche das Neue und Unterscheidende im Lepidolith bildet, nämlich $Si_2H_2Fl_2O_4$, ist in der Weise ermittelt, dass zuerst für den Lepidolith die kleinste Formel angenommen wurde, welche die Analyse erlaubt, und dass zweitens aus der Differenz gegenüber der bekannten Formel des Muscovits auf die Formel des hinzukommenden fluorhaltigen Gliedes geschlossen wurde. Die letztere kann daher noch mit einem Fehler behaftet sein und es ist möglich, dass letzteres Glied eine etwas verschiedene Formel hat.

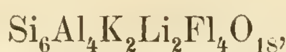
Die Formel *L* wurde schon von Rammelsberg für den Lepidolith von Rozena angenommen, jedoch stimmte die Rechnung nicht gut mit den damals bekannten Beobachtungen.

Die älteren Analysen anderer Lepidolithe lassen sich nicht zum Vergleiche heranziehen, weil die Methoden und die Reinheit des Materiales früher zu wenig vollkommen waren.

Zinnwaldit.

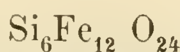
Dieser Glimmer nähert sich in seiner Zusammensetzung, wie bekannt, dem Lepidolith, jedoch ist darin auch ein Eisenoxydulsilicat enthalten.

Das lithiumhaltige Silicat entspricht der früher unter *L′* gegebenen Formel:



$$Si_6Al_4K_2Li_2Fl_4O_{18},$$

während das eisenhaltige Silicat wie in den Magnesiaglimmern die Zusammensetzung



$$Si_6Fe_{12}\ O_{24}$$

darbietet.

Beide Silicate in dem Verhältniss 7 : 1 gemischt, entsprechen der Zusammensetzung des Minerals von Zinnwald nach Analyse XII.

	XII.	XII *r*.	Rechnung.
Fluor	7·94	7·94	8·36
Phosphorsäure	0·08	—	—
Kieselsäure	45·87	45·87	45·27
Thonerde	22·50	22·92	22·67
Eisenoxyd	0·66	—	—
Eisenoxydul	11·61	13·38	13·58
Manganoxydul	1·75	—	—
Kali	10·46	11·10	10·34
Natron	0·42	—	—
Lithion	3·28	3·28	3·30
Wasser	0·91	0·91	—
	105·48	105·40	103·52
Dem Fluor äqu. Sauerst.	3·34	3·34	3·52
	102·14	102·06[1]	100

Der angeführten Formel *L'* entspricht, im Sinne der Analyse, folgende percentische Zusammensetzung:

Fluor	10·35
Kieselsäure	49·06
Thonerde	28·07
Kali	12·81
Lithion	4·07
	104·35

Dem Eisensilicat hingegen die folgende:

Kieselsäure	29·41
Eisenoxydul	70·59
	100

Die obige Rechnung kann auch so geführt werden, dass man eine Mischung von 80·75 Percent des ersteren Silicats mit 19·25 Percent des zweiten annimmt.

[1] Die Analyse wurde nicht auf 100 reducirt, sondern so belassen, dass sie wie ursprünglich einen Überschuss gibt.

Phlogopit.

Die Glimmer dieser Abtheilung haben in physikalischer Beziehung grosse Ähnlichkeit mit dem Meroxen und auch mit dem Zinnwaldit. In chemischer Hinsicht erinnern sie an den letzteren Glimmer durch ihren niemals fehlenden Fluorgehalt. Kleine Mengen von Lithium sind auch in den meisten bemerkbar.

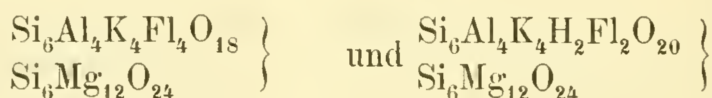
Die Zusammensetzung der Phlogopite entspricht in der That einer Vereinigung von einem Silicate *L* der Lepidolithreihe und dem mehrfach besprochenen Magnesiasilicat *M*. Somit verhalten sich die Phlogopite zum Lepidolith ungefähr so, wie die Biotite zum Muscovit. Die Mischung der Phlogopite ist aber gewöhnlich etwas mannigfaltiger und bunter, indem sie auch Antheile von anderen Glimmerarten enthalten. Da sie fast niemals in freien Krystallen, sondern fast immer in eingeschlossenen Krystallen, im Calcit vorkommen, so ist es natürlich, dass sich darin gleichsam zwangsweise ein bunteres Gemisch isomorpher Silicate anhäuft.

Die Analysen, welche der Rechnung zu Grunde gelegt wurden, sind XIII. Prof. E. Ludwig's Bestimmungen an den kleinen Krystallen, welche mit dem Pargasit im körnigen Kalkstein vorkommen, und die einen dunkelbraunen Kern zeigen. XIV. Analyse des röthlichbraunen Phlogopits von Penneville, XV. des Phlogopits von Ratnapura, Ceylon, der Spuren der Veränderung zeigte, XVI. des Phlogopits von Edwards, New-York.

	XIII.	XIV.	XV.	XVI.
Fluor	4·21	1·94	2·19	0·82
Kieselsäure	43·43	44·29	42·26	40·64
Thonerde	13·76	12·12	15·64	14·11
Eisenoxyd	0·16	1·40	0·23	2 28
Eisenoxydul	1·35	1·44	1·52	0·69
Magnesia	27·20	27·86	27·23	27·97
Baryt	—	—	—	2·54
Kali	8·06	7·06	8·68	8·16
Natron	1·30	2·16	—	1·16
Wasser	0·92	2·09	2·91	3·21
	100·39	100·36	100·66	101·58
$s =$	2·867	2·779	2·742	

In allen dreien wurden Spuren von Lithion erkannt. Die beiden ersten nähern sich normalen Mischungen. Denkt man sich

nämlich, den Erfahrungen bei der Biotitreihe entsprechend, mit dem Silicat, welches in den Lepidolithen erkannt wurde, das Magnesiumsilicat *M* in dem einfachsten Verhältniss verbunden, so erhält man die Formeln *L'M* und *LM* oder



$$\left.\begin{matrix} Si_6Al_4K_4Fl_4O_{18} \\ Si_6Mg_{12}O_{24} \end{matrix}\right\} \quad \text{und} \quad \left.\begin{matrix} Si_6Al_4K_4H_2Fl_2O_{20} \\ Si_6Mg_{12}O_{24} \end{matrix}\right\}$$

welchen entsprechend die Rechnung geführt ist, deren Ergebniss den beiden Analysen zur Seite gestellt erscheint:

	XIII *r.*	*L'M*	XIV *r.*	*LM*
Fluor	4·27	4·64	1·94	2·32
Kieselsäure	44·03	43·95	44·50	44·06
Thonerde	14·05	12·58	13·09	12·61
Magnesia	28·36	29·30	28·81	29·38
Kali	10·17	11·48	10·38	11·51
Wasser	0·93	—	2·09	1·10
	101·80	101·95	100·81	100·98

Die Rechnung stimmt, wie gesagt, nur näherungsweise, denn es erscheint eine geringe Menge eines Biotits beigemischt. Die genauere Berechnung folgt später.

Von fremden Analysen sind nur wenige verhanden, die sich auf Phlogopit beziehen. Die von Crawe am P. von Edwards sind durch die später besprochene Analyse Berwerth's corrigirt. Somit kommen folgende zwei in Betracht, welche der Beschreibung und dem Fundorte nach an Phlogopiten ausgeführt wurden: *a)* Glimmer von Jefferson Cty, New-York, Meitzendorff, *b)* von Gouverneur, New-York, Rammelsberg.

	a	*a, r.*	*b*	*b, r.*
Fluor	3·30	3·32	2·93	2·97
Kieselsäure	41·30	41·60	41·96	42·53
Thonerde	15·35	15·46	13·47	13·65
Eisenoxydul	1·77	—	2·12	—
Manganoxydul	—	—	0·55	—
Magnesia	28·79	29·98	27·12	29·24
Kalkerde	—	—	0·34	—
Kali	9·70	10·76	9·87	10·00
Natron	0·65	—	—	—
Wasser	0·28	0·28	0·60	0·61
	100·14	101·40	98·96	99·00

Um nun zu zeigen, dass die Phlogopite Gemische sind, welche theils aus dem eigentlichen Phlogopit, theils aus einem Biotit bestehen, für welchen hier die Mischung des Meroxens angenommen wird, dass also die Phlogopite zwischen den beiden Extremen *LM* und *K'M* schwanken, sind hier einige dieser Mischungen berechnet, und sind die Analysen unter jene Zahlen gesetzt.

L'M	70	50	30	Perc.
K'M	30	50	70	„

Fluor	3·25	2·32	1·39
Kieselsäure	43·64	43·44	43·24
Thonerde	14·34	15·51	16·67
Magnesia	29·06	28·96	28·82
Kali	10·56	9·94	9·33
Wasser	0·48	0·81	1·13
	101·36	100·98	100·58

	XIII *r.*	*a, r.*	*b, r.*	XV *r.*
Fluor	4·27	3·32	2·97	2·21
Kieselsäure	44·03	41·60	42·53	42·72
Thonerde	14·05	15·46	13·65	15·91
Magnesia	28·36	29·98	29·24	28·38
Kali	10·17	10·76	10·00	8·77
Wasser	0·93	0·28	0·61	2·94
	101·80	101·40	99·00	100·92

Der Phlogopit von Penneville berechnet sich als eine isomorphe Mischung von den beiden Glimmern *LM* und *K'M*, und zwar werden von dem ersteren 80, von dem anderen 20 Percent angenommen.

	XIV *r*	Berechnet.
Fluor	1·94	1·86
Kieselsäure	44·50	43·83
Thonerde	13·09	13·77
Magnesia	28·81	29·23
Kali	10·38	10·89
Wasser	2·09	1·20
	100·81	100·78

Der Phlogopit von Edwards, welcher 2·54 Percent Baryum enthält, bringt ein neues Element in die Rechnung. Da bisher noch kein Glimmer untersucht wurde, der reich an Baryum wäre, und dessen Zusammensetzung einen Schluss auf das enthaltene Baryumsilicat erlaubte, so fehlt die Grundlage für eine Berechnung. Man kann entweder annehmen, das Baryum spiele dieselbe Rolle wie das Magnesium, sei also in der Form $Si_6Ba_{12}O_{24}$ vorhanden, oder man kann auf die nähere Verwandtschaft von Ca und Ba Rücksicht nehmen und an eine dem Calciumglimmer, dem Margarit entsprechende Verbindung $Si_2Al_2BaH_2O_{12}$ denken. Benutzt man aber die erste Hypothese, so lässt sich die Analyse gar nicht im Sinne des Phlogopites deuten, wenn man hingegen von der zweiten Annahme ausgeht, so lässt sich dieselbe wenigstens annähernd berechnen, wofern folgende Percentsätze zu Grunde gelegt werden: Baryumsilicat: 9 Percent, *L*: 25 Percent, *K'*: 15 Percent, ***M***: 51 Percent.

	XVI *r*.	Berechnet.
Fluor	0·83	1·19
Kieselsäure	40·76	41·82
Thonerde	15·61	15·75
Magnesia	28·43	29·14
Baryt	2·55	2·77
Kali	9·94	8·45
Wasser	3·22	1·38
	101·34	100·50

Man muss hier auch wohl berücksichtigen, dass der Edward's-Phlogopit auch geringe Spuren von Veränderung zeigt, ähnlich wie der von Ratnapura, wie sich denn überhaupt die Phlogopite leicht veränderlich erweisen.

Muscovit (Phengit).

Ein Theil der Muscovite hat nicht genau jene Zusammensetzung, von welcher anfangs die Rede war, sondern diese Glimmer zeigen ein anderes Verhältniss zwischen Silicium und Aluminium und nähern sich darin dem Lepidolith, dass sie reicher an Silicium erscheinen, als die übrigen Muscovite, ohne jedoch grössere Mengen von Lithium und Fluor zu enthalten. Ich

benütze für diese Abtheilung, welche jedoch von dem übrigen Muscovit nicht abgegrenzt ist, den ehemals von Kobell vorgeschlagenen Namen Phengit und verstehe darunter alle die kieselreicheren Kaliglimmer, welche, wie es scheint, einen kleineren Winkel der optischen Axen besitzen als die übrigen normalen Muscovite. Die Besprechung der Phengite musste bis zu diesem Punkte verschoben werden, weil ihre Zusammensetzung erst durch jene der Lepidolithe verständlich wird.

Als neue Resultate von Phengitanalysen sind anzuführen: III. Analyse des Glimmers vom Rothenkopf im Zillerthal, welcher in gut ausgebildeten freien Krystallen mit Adular, wohl auch mit etwas Epidot vorkommt; IV. jenes von Soboth in Steiermark, der in grossen Individuen im Feldspath eingeschlossen auftritt.

	III.	IV.
Kieselsäure	45·87	48·76
Thonerde	30·86	29·91
Eisenoxyd	5·70	4·24
Eisenoxydul	1·69	0·41
Magnesia	1·56	2·63
Kalkerde	0·23	0·33
Natron	0·54	2·31
Kali	9·07	6·83
Wasser	4·60	4·60
	100·12	100·02
$s =$	2·892	

Die Analyse IV weist einen relativ grossen Gehalt an Natrium auf.

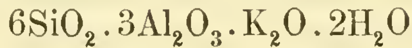
Die Verbindungsverhältnisse, welche sich hier ergeben, sind:

	SiO_2	Al_2O_3	MgO	K_2O	H_2O
III	7·64	3·35	0·67	1·05	2·55
IV	8·12	3·17	0·77	1·10	2·55

Werden die Mengen von SiO_2 und MgO, welche dem Silicat *M* entsprechen, in Abzug gebracht, so folgen die Zahlen:

	SiO_2	Al_2O_3	K_2O	H_2O
III	7·31	3·35	1·05	2·55
IV	7·74	3·17	1·10	2·55,

welche zeigen, dass mehr SiO_2 vorhanden ist, als der früher erhaltenen Muscovitformel



$$6SiO_2 . 3Al_2O_3 . K_2O . 2H_2O$$

entspricht. Daraus ist zu schliessen, dass eine kieselreichere Verbindung beigemischt sei, und zwar liegt es sehr nahe, eine dem Lepidolith entsprechende Verbindung in isomorpher Mischung vorhanden anzunehmen, da beim Lepidolith in der That ein solches Verhältniss von Silicium und Aluminium besteht, welches einem relativ höheren Gehalt an SiO_2 entspricht, nämlich das Verhältniss $6SiO_2 : 2Al_2O_3$.

Wegen der grossen Ähnlichkeit, welche in den physikalischen Eigenschaften zwischen dem Muscovit und dem Lepidolith besteht, ist die Existenz solcher isomorpher Mischungen sehr wahrscheinlich.

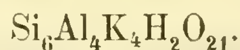
In der That lassen sich nicht nur die beiden vorgenannten, sondern auch andere Glimmer, welche als Muscovite bezeichnet wurden, aber kieselreicher sind, berechnen, wofern darin eine Verbindung angenommen wird, welche dem Lepidolith entspricht, aber frei von Fluor und Lithium ist.

Geht man von der Formel *L* aus, welche dem Lepidolith von Paris entspricht, nämlich:



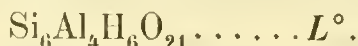
$$Si_6Al_4K_4H_2Fl_2O_{20}$$

und denkt sich von dieser eine fluorfreie Verbindung in der Weise abgeleitet, dass für das Fluor eine äquivalente Menge von Sauerstoff substituirt wird, so erhält man:



$$Si_6Al_4K_4H_2O_{21}.$$

Die Mengen von Kalium und Wasserstoff wechseln aber in den Glimmern, wie dies in den früheren Berechnungen gezeigt wurde, daher ist das Verhältniss beider von vornherein nicht bekannt und es mag vorläufig genügen, als die Formel der dem Lepidolith entsprechenden Verbindung folgende aufzustellen:



$$Si_6Al_4H_6O_{21} \ldots\ldots L°.$$

Aus den vorhandenen Analysen der Phengite würde sich aber ergeben, dass das Verhältniss von Kalium und Wasserstoff

zwischen den beiden Grenzen



$$Si_6Al_4K\,H_5O_{21}$$

und



$$Si_6Al_4K_2H_4O_{21}$$

schwankt.

Für die Berechnung muss aber angenommen werden, dass es gerade die Mitte hält,[1] wonach für die beigemischte Verbindung die folgende percentische Zusammensetzung sich berechnet:

Kieselsäure	53·18
Thonerde	30·43
Kali	10·41
Wasser	5·98
	100

Die beiden letztgenannten Analysen lassen sich nunmehr berechnen, indem isomorphe Mischungen vorausgesetzt werden, und zwar:

	III.	IV.
K	73	47 Percent.
L°	22	47 „
M	5	6 „

Die daraus erhaltenen Zahlen sind den reducirten Analysen gegenübergestellt:

	III *r*.	Berechnet	IV *r*.	Berechnet
Kieselsäure	47·02	46·74	48·99	48·75
Thonerde	35·40	34·92	32·79	32·48
Magnesia	2·73	2·86	3·22	3·43
Kali	10·14	10·87	10·38	10·42
Wasser	4·71	4·61	4·62	4·93
	100		100	

Vorhin wurde schon bemerkt, dass auch noch andere Glimmer sich ähnlich wie diese beiden verhalten. Nach den vor-

---

[1] Dass man zu einer so künstlichen Annahme gezwungen ist, beweist schon, dass die Grundlage, auf der sich dieselbe bewegt, nicht ganz richtig sein kann, dass also die Formel *L* einer Modification bedürftig sei.

handenen Analysen zu urtheilen, sind solche Mischungen, welche als Phengite bezeichnet werden, nicht selten. Als Beispiele mögen vier Analysen von Scheerer angeführt werden, welche sich auf Glimmer beziehen, die im Gneiss vorkommen: 1) Graugrüner Phengit von Freiberg; 2) graugrüner Phengit mit kleinem Axenwinkel ebendaher; 3) brauner Phengit mit grossem Axenwinkel von Grube Himmelsfürt; 4) brauner Phengit von Borstendorf.

	1)	2)	3)	4)
Titansäure	—	0·30	1·72	0·99
Kieselsäure	51·80	50·77	47·84	48·15
Thonerde	25·78	26·29	29·98	29·40
Eisenoxyd	5·02	3·28	2·91	2·14
Eisenoxydul	2·66	3·60	1·12	2·84
Magnesia	2·12	0·89	2·02	2·84
Kalkerde	0·28	0·15	0·05	0·15
Kali	6·66	10·56	9·48	9·43
Natron	1·22	—	—	—
Wasser	4·79	4·40	4·40	4·60
	100·33	100·24	99·52	100·24

Die beiden ersteren Glimmer entsprechen nahezu der Zusammensetzung $L°$, sie bestehen also beinahe ganz aus dieser Verbindung. Für die Berechnung wurde angenommen, dass 94 Percent derselben mit 6 Percent des Magnesiasilicates M gemischt seien. Die zweite Columne der berechneten Zahlen wurde nach der Annahme erhalten, dass von $L°$ 70, von K 23 und von M 7 Percent in der Mischung enthalten seien:

	1.	2.	Ber.	3.	4.	Ber.
Titansäure	—	0·31	—	1·75	1·10	—
Kieselsäure	52·91	52·24	52·56	48·83	49·09	50·59
Thonerde	29·63	29·69	28·60	32·51	31·30	30·20
Magnesia	3·88	2·37	3·43	2·74	4·60	4·00
Kali	8·69	10·86	9·79	9·68	9·32	9·99
Wasser	4·89	4·53	5·62	4·49	4·69	5·22
	100	100		100	100	

Manche Muscovite enthalten eine geringe Menge von Calcium, wie der Margarodit, andere ausserdem Baryum, wie der Öllacherit,

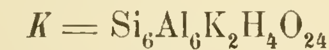
in welchem Öllacher 4·65 Percent Baryt und 0·09 Percent Strontian fand.[1] Die bezüglichen Analysen wurden aber nicht an Mineralen ausgeführt, welche homogene Stücke darstellen, sondern an schuppigen Aggregaten. Diese können gleichartig, können aber auch zufällige mechanische Gemenge verschiedener Glimmer sein. So lange nicht gute Analysen von baryumreicheren und zugleich homogenen Glimmern vorliegen, lässt sich nicht darüber urtheilen, in welcher Verbindung das Baryum in jenen Glimmern, welche im Übrigen dem Muscovit nahe stehen, vorkömmt.

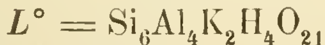
Übersicht der Verbindungen.

In dem vorigen Abschnitte wurde versucht, zu zeigen, dass die brauchbaren Analysen in den Glimmern drei verschiedene Arten von Verbindungen erkennen lassen, welche allgemein mit ***K***, ***L*** und ***M*** bezeichnet werden mögen, und zwar bestehen die Alkaliglimmer aus ***K*** oder aus ***L*** oder aus beiden und bestehen die Magnesiaglimmer aus ***KM*** oder aus ***LM*** oder auch aus diesen beiden.

Die erhaltenen Formeln sind für

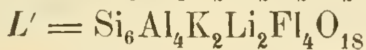
Muscovit:


$K = Si_6Al_6K_2H_4O_{24}$ Damourit,


$L^\circ = Si_6Al_4K_2H_4O_{21}$ Phengit.

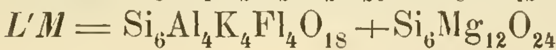
Lepidolith:


$L = Si_6Al_4K_2Li_2H_2Fl_2O_{20}$ Lepidolith,

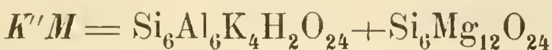

$L' = Si_6Al_4K_2Li_2Fl_4O_{18}$ Zinnwaldit.

Phlogopit:

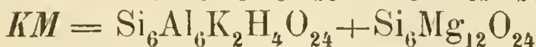

$LM = Si_6Al_4K_2H_2Fl_2O_{20} + Si_6Mg_{12}O_{24}$


$L'M = Si_6Al_4K_4Fl_4O_{18} + Si_6Mg_{12}O_{24}$

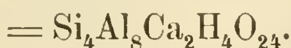
Biotit:


$K''M = Si_6Al_6K_4H_2O_{24} + Si_6Mg_{12}O_{24}$ Anomit,


$K'M = Si_6Al_6K_3H_3O_{24} + Si_6Mg_{12}O_{24}$ Meroxen,


$KM = Si_6Al_6K_2H_4O_{24} + Si_6Mg_{12}O_{24}$ Lepidomelan.

Margarit:


$= Si_4Al_8Ca_2H_4O_{24}$.

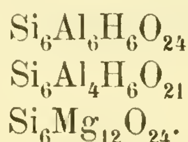
---

[1] Ein schuppiges, weisses Mineral aus dem Glimmerschiefer des Habachthales gab F. Bergmann 5·76 Percent Baryt. Auch diese Analyse erlaubt keine Entscheidung bezüglich der vorliegenden Frage.

In diesen Formeln ist nur noch zu bemerken, dass in dem Falle als zwei Glieder durch ein Pluszeichen verbunden erscheinen, eigentliche Molekelverbindungen zu verstehen sind, indem die beiden Verbindungen in wechselnden Verhältnissen zu einer Molekelverbindung sich vereinigen. So existirt nicht bloss ein Meroxen mit dem Verhältniss $K'M$, sondern auch einer, der das Verhältniss K'_2M zeigt u. s. w.

Wenn man die Substitution von Wasserstoff durch Kalium und Lithium nicht von vornherein im Einzelnen angibt, sondern bloss die Wasserstoffverbindung anführt, von denen die verschiedenen Alkaliglimmer deriviren und wenn man ebenso bezüglich des Fluors nur die Grundverbindung anführt, von welcher sich die fluorhaltigen Glimmer ableiten, so kann man die Zusammensetzung der Glimmer viel einfacher ausdrücken.

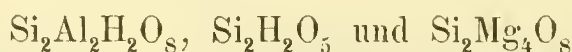
Die sämmtlichen Glimmer, abgesehen von dem auch physikalisch verschiedenen Margarit, erscheinen sodann aus drei Verbindungen zusammengesetzt, wovon die beiden ersten zuweilen fast rein auftreten, nämlich



$$Si_6Al_6H_6O_{24}$$
$$Si_6Al_4H_6O_{21}$$
$$Si_6Mg_{12}O_{24}.$$

Die erste und die zweite bilden die Reihe der Glimmer vom Muscovit bis zum Lepidolith, die erste und dritte bilden den Biotit, die zweite und dritte hingegen den Phlogopit. Viele Phlogopite enthalten alle drei Verbindungen.

Früher wurde bereits darauf hingewiesen, dass man sich diese Verbindungen in kleinere Theile zerlegt denken könnte, so dass die Grundverbindungen in den Glimmern die drei

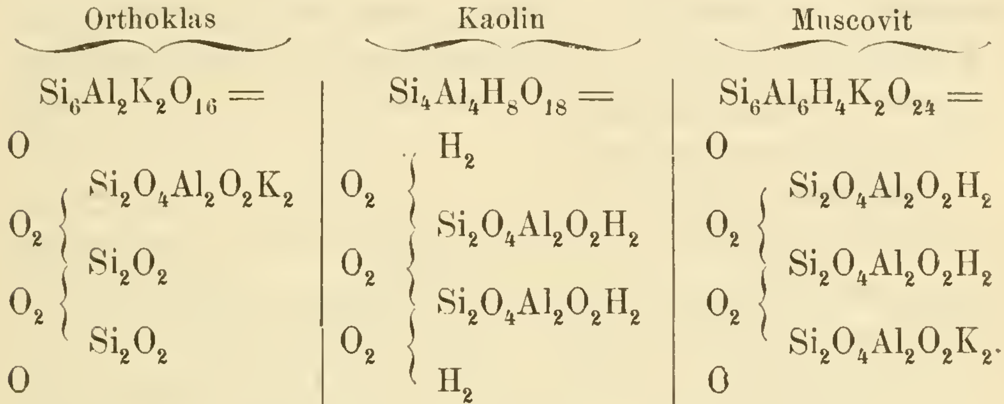


$$Si_2Al_2H_2O_8,\quad Si_2H_2O_5 \quad \text{und} \quad Si_2Mg_4O_8$$

wären, und dass man die zuvor angeführten Verbindungen als Molekelverbindungen ansehen könnte. Dagegen ist aber zu erinnern, dass wohl die Möglichkeit vorliegt, die Sache so zu betrachten, dass aber kein zwingender Grund dafür besteht.

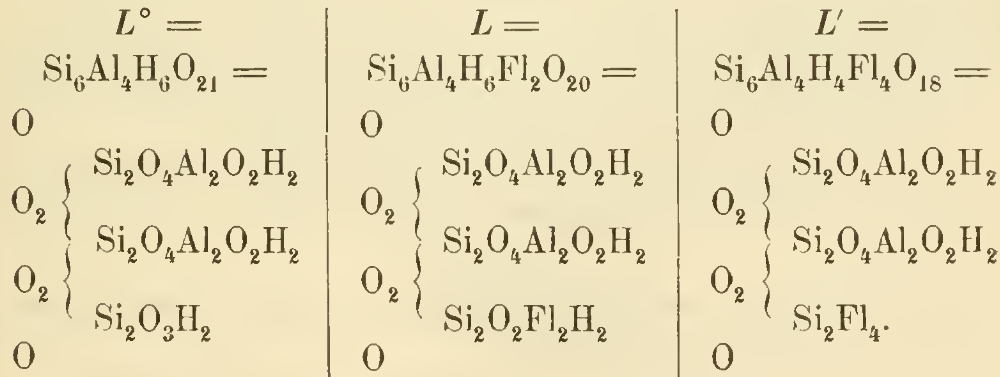
Die erstgenannten Verbindungen lassen sich ohne Zwang als eigentliche chemische Verbindungen erklären und die Entstehungsweise des Muscovits aus dem Orthoklas spricht auch für diese

Auffassung. Ich habe schon bei einer früheren Gelegenheit[1] bemerkt, dass der Muscovit sowohl, als der Kaolin, welche beide sehr häufig aus dem Orthoklas entstehen, als chemische Verbindungen aufzufassen seien, denen im gewissen Sinne eine höhere Zusammensetzung zukömmt, als diesem. Die folgenden Schemata zeigen dies hinlänglich deutlich:



Demnach enthalten alle drei Minerale dieselbe Gruppe $Si_2O_4Al_2O_2H_2$ und sind der Orthoklas und der Muscovit als geschlossene Verbindungen zu betrachten, wogegen der Kaolin als eine offene Verbindung erscheint.[2]

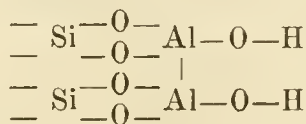
Jene Verbindung *L*, welche im Phengit und Lepidolith vorkommt, ist entweder fluorfrei oder sie enthält zwei bis vier Atome Fluor.



---

[1] Die Aufgaben der Mineralchemie in den von mir her. Mineralog. Mittheil. 1871, p. 93.

[2] Der genannten Gruppe darf man die folgende Structur zuschreiben:



Wenn die zweite Verbindung mit der ersten verglichen wird, so zeigt sich eine Ersetzung von O durch Fl_2, bei dem Vergleich der dritten mit der zweiten, ausserdem eine Ersetzung von zwei Hydroxylgruppen durch zwei Atome Fluor. Diese Verschiedenheit muss jetzt noch unerklärt hingenommen werden, da über die Bildungsweise der Lepidolithe nichts Genaueres bekannt ist. Der Unterschied zwischen dem Muscovit und der eben angeführten Verbindung *L*° besteht in der Zusammensetzung der hier neu eintretenden Gruppe $Si_2O_3H_2$ gegenüber derjenigen Gruppe, welche den Muscovit charakterisirt.[1]

Bezüglich des Magnesiasilicates *M*, welches in den Magnesiaglimmern hinzukömmt, ist das Nöthige schon früher bemerkt worden, und es genügt vorläufig die Andeutung, dass die Formel *M* einer chemischen Verbindung entsprechend geschrieben werden kann, worin dreimal die Gruppe $Si_2O_4Mg_4O_2$ vorkömmt.

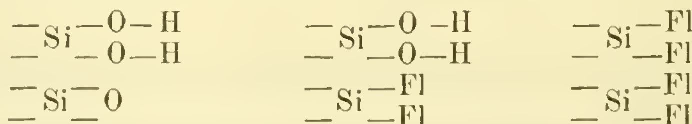
Die Verbindungen, welche in den Glimmern gefunden werden, sind im Allgemeinen mit einander isomorph, doch ist im Einzelnen Folgendes zu bemerken:

Zwischen Muscovit und Phengit bestehen Übergänge, woraus eine vollkommene Isomorphie der Verbindungen *K* und *L*° hervorgeht. Zwischen dem Phengit und Lepidolith ist der Übergang nicht so sicher nachgewiesen, aber nach den vorhandenen Analysen, welche zuweilen in Phengiten auch geringere Mengen von Fluor und Lithium angehen, sehr wahrscheinlich.[2] Da wir aber die Krystallform des Lepidolithes noch nicht genau kennen, muss ein endgiltiges Urtheil noch aufgeschoben werden.

Zwischen Muscovit und Lepidomelan scheinen Übergänge zu bestehen, wonach die Isomorphie von *K* und *KM* wahrscheinlich.

---

[1] Jener Gruppe und den zugehörigen fluorhaltigen Gruppen kann man folgende Structur zuschreiben:



woraus zu ersehen ist, dass die unter *L* begriffenen Verbindungen als offene betrachtet werden können.

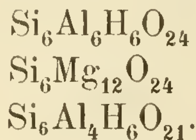
[2] Ein Beispiel ist der von Haughton analysirte Phengit von St. Just in Cornwall mit 4·15 Percent Fluor und 1·14 Lithion.

Die Krystallformen des Muscovits und Meroxens zeigen das Verhältniss, wie es bei isomorphen Körpern vorkömmt, doch existirt keine Mischungsreihe, oder es ist wenigstens bisher keine gefunden, welche den Muscovit und den Meroxen verbände. So wie der Meroxen verhält sich auch der Anomit.

Zwischen dem Lepidolith und dem Phlogopit besteht ein Zusammenhang, welcher durch die Existenz des Zinnwaldits angedeutet wird. Die mangelhafte Kenntniss der Formen des Lepidoliths hindert ein schärferes Urtheil. Da jedoch im Phlogopit, sowohl in der Mischung als in den physikalischen Eigenschaften ein Übergang zum Meroxen bemerklich ist, so erscheint die Isomorphie der Verbindungen *LM* und *K'M* ziemlich sicher.

Um allfälligen Missverständnissen vorzubeugen, mag noch besonders hervorgehoben werden, dass eine Isomorphie der Verbindung $M = Si_6Mg_{12}O_{24}$ mit den anderen Verbindungen nicht im vollen Sinne des Wortes angenommen werden kann, weil die Verbindung *M* nicht für sich existirt, folglich ihre Krystallform unbekannt ist. Aus den Thatsachen aber, dass die Verbindungen *KM*, *K''M* und *K* mit einander isomorph erscheinen, darf man wohl schliessen, dass die Verbindung *M*, wenn sie für sich existirte, eine gleiche Form und gleichen Krystallbau wie der Meroxen, Muscovit etc. darböte.

Wenn die Formeln der Verbindungen, die in den Glimmern vorkommen, betrachtet werden, so zeigt sich zum Theile Gleichheit in dem Verhältniss der Sauerstoffatome zu der Summe der übrigen Atome, theils aber auch Ungleichheit:



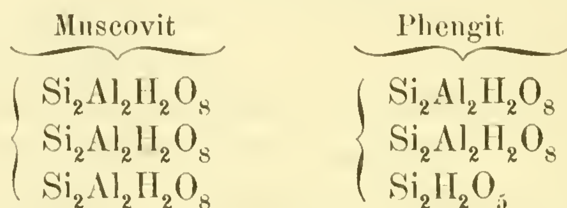
$$Si_6Al_6H_6O_{24}$$
$$Si_6Mg_{12}O_{24}$$
$$Si_6Al_4H_6O_{21}.$$

Die beiden ersten haben das Verhältniss O : R gleich 4 : 3, die letztere hingegen gleich 21 : 16.

Da nun in der grossen Mehrzahl der Fälle, in welchen Sauerstoffverbindungen im strengsten Sinne isomorph erkannt wurden, jenes Verhältniss bei derselben isomorphen Gruppe dasselbe ist, so erscheint die Abweichung, welche der Phengit und Lepidolith darbieten, befremdlich.

Man kann sich allerdings dabei beruhigen, dass die beiden Verhältnisse 4 : 3 = 1·3333 und 21 : 16 = 1·3125 einander sehr nahe stehen, aber eben diese Näherung erregt die Vermuthung, dass eine Gleichheit besteht, welche irgendwie verdeckt wird.

Der Punkt, worin die Ungleichheit der beiden Verbindungen hinsichtlich jenes Verhältnisses beruht, wird sogleich erkannt, wofern beide Formeln in einer schon früher gegebenen Gliederung angesetzt werden.

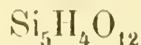


Muscovit	Phengit
$Si_2Al_2H_2O_8$	$Si_2Al_2H_2O_8$
$Si_2Al_2H_2O_8$	$Si_2Al_2H_2O_8$
$Si_2Al_2H_2O_8$	$Si_2H_2O_5$

Es ist also das Glied $Si_2H_2O_5$, welches die Ursache der Verschiedenheit begründet, weil es das Verhältniss 5 : 4 mitbringt.

Bezüglich dieses Gliedes wurde aber beim Phengit sowohl, als beim Lepidolith bemerkt, dass die Formel unsicher sei, weil der Herleitung zufolge sämmtliche Fehler der Analysen sich vereinigen, um das wahre Verbindungsverhältniss von Si und H zu verhüllen. Ebenso steht es mit dem entsprechenden fluorhaltigen Gliede in der Formel des Lepidoliths und der zugehörigen Glimmer. Bei diesem tritt ausserdem noch die Schwierigkeit hinzu, dass über das Verhältniss zwischen isomorphen Sauerstoff- und Fluorverbindungen bisher noch nichts Sicheres bekannt ist.

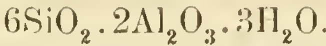
Man kann jedoch eine Übereinstimmung in dem genannten Sauerstoffverhältnisse bei allen Glimmern erzielen, wenn man statt der Verbindungszahlen, welche dem Gliede $Si_2H_2O_5$ entsprechen, andere annimmt, die auch noch zwischen den Grenzen der möglichen Beobachtungsfehler liegen, aber auf das Sauerstoffverhältniss 4 : 3 führen. Diese sind $5SiO_2 . 2H_2O$, welche die Formel



$$Si_5H_4O_{12}$$

geben, deren Sauerstoffverhältniss 12 : 9 oder 4 : 3 ist. Diese Verbindung wäre ein partielles Kieselsäure-Anhydrid, gebildet nach der Regel, dass 5 Molekel Kieselsäure $Si(HO)_4$ durch den Austritt von 8 Molekeln Wasser zu einer Verbindung höherer Zusammensetzung vereinigt werden.

Dies führt aber zu einer vollständigen Umgestaltung der Phengit- respective Lepidolithformel. Diese war früher:



$$6SiO_2 . 2Al_2O_3 . 3H_2O.$$

Wenn in derselben aus dem Gliede $2SiO_2 . H_2O$ ein anderes, nämlich $5SiO_3 . 2H_2O$ werden soll, so muss eine Multiplication mit 2·5 vorgenommen werden, oder mit einem Vielfachen dieser Zahl. Um ganze Zahlen zu erhalten, möge der Factor 5 genommen werden, wonach sich ergibt:



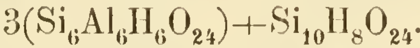
$$30SiO_2 . 10Al_2O_3 . 15H_2O.$$

Damit aber eine Gliederung in die angenommenen Verbindungen $6SiO_2 . 3Al_2O_3 . 3H_2O$ und $5SiO_2 . 2H_2O$ möglich ist, müsste statt diesem Verhältnisse ein nahestehendes angenommen werden, nämlich:



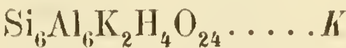
$$28SiO_2 . 9Al_2O_3 . 13H_2O$$

und die Gliederung würde sodann folgende sein:



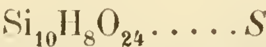
$$3(Si_6Al_6H_6O_{24}) + Si_{10}H_8O_{24}.$$

Man kann sonach den Phengit als eine Molekelverbindung auffassen, welche aus der gleich anfänglich in dem Muscovit erkannten Verbindung:



$$Si_6Al_6K_2H_4O_{24} \ldots\ldots K$$

und aus einer anderen Verbindung:



$$Si_{10}H_8O_{24} \ldots\ldots S$$

besteht, und zwar hätte man hier drei Molekel der ersten mit einer Molekel der zweiten verbunden, also K_3S. Dieser Zusammensetzung nähern sich in der That jene beiden mit 1 und 2 bezeichneten Phengite von Freiberg, die von Scheerer analysirt wurden:

	K_3S	1.	2.
Kieselsäure	54·74	52·91	52·24
Thonerde	30·21	29·63	29·69
Magnesia..........	—	3·88	2·37
Kali..............	9·19	8·69	10·86
Wasser	5·86	4·89	4·53
Titansäure	—	—	0·31
		100	100

Nun ist zu zeigen, dass die früher in anderer Weise aufgefassten Phengitanalysen sich berechnen lassen unter der Voraussetzung, dass isomorphe Mischungen vorliegen, in welchen die Verbindungen *K*, *S* und *M* vorhanden sind. Es bedarf nur noch der Angabe der percentischen Zusammensetzung von *S*, welche lautet:

Kieselsäure	89·28
Wasser	10·72
	100

Die percentischen Ansätze für die folgenden Analysen sind:

	III.	IV.	1. u. 2.	3. u. 4.	
K	90·5	85	77	82	Percent.
S	4·5	9	17	11	„
M	5·0	6	6	7	„

und die berechneten Zahlen stellen sich zu den der Beobachtung entsprechenden, wie folgt:

	III.	ber.	IV.	ber.
Kieselsäure	47·02	46·94	48·99	48·90
Thonerde	35·40	35·00	32·79	32·87
Magnesia	2·73	2·86	3·22	3·43
Kali	10·14	10·64	10·38	10·00
Wasser	4·71	4·56	4·62	4·80
	100		100	

Die Übereinstimmung ist eine sehr vollständige. Die Scheerer'schen Analysen ergeben:

	1.	2.	ber.	3.	4.	ber.
Titansäure	—	0·31	—	1·75	—	—
Kieselsäure . . .	52·91	52·24	52·44	48·83	49·09	49·77
Thonerde	29·63	29·69	29·78	32·51	31·30	31·71
Magnesia	3·88	2·37	3·43	2·74	4·60	4·00
Kali	8·69	10·86	9·06	9·68	9·32	9·64
Wasser	4·89	4·53	5·29	4·49	4·69	4·88
	100	100		100	100	

Somit entspricht die neue Theorie den guten Analysen in sehr zufriedenstellender Weise.

Wie bei dem Phengit, so stellt sich die Sache auch bei dem Lepidolith. Derselbe erscheint auch als eine Molekelverbindung, und zwar von K''' und S, also von



$$Si_6Al_6K_6O_{24} \text{ und } Si_{10}H_8O_{24};$$

jedoch ist ausser der Kaliumverbindung auch die isomorphe Lithiumverbindung vorhanden. Ausserdem aber tritt Fluor ein, welches man, als in die Verbindung S eintretend, annehmen darf.

Der Vergleich der fluorhaltigen Lepidolithe mit den fluorfreien oder fluorarmen Phengiten hat gezeigt, dass der Zusammenhang beider so dargestellt werden könne, als ob die fluorhaltige Verbindung aus der fluorfreien entstanden wäre, indem nicht nur die Hydroxylgruppen, sondern auch ein Theil des Sauerstoffs durch Fluor ersetzt wurden.

Auf solche Weise gelangt man von der Verbindung S



$$Si_{10}H_8O_{24}$$

zu einer fluorhaltigen S'



$$Si_{10}O_8Fl_{24},$$

welche dieselbe Zahl von Atomen wie die vorige enthält. Diese beiden Verbindungen wären demnach in isomorpher Mischung in dem Lepidolith und in den zugehörigen Glimmern, dem Zinnwaldit und Phlogopit anzunehmen, wodurch sich der wechselnde Fluorgehalt erklärt.

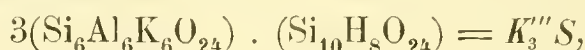
Dies vorausgesetzt, kann man die Analysen aller dieser Glimmer so darstellen, dass man jeden fluorhaltigen Glimmer auf einen fluorfreien reducirt. Die letztangeführten Formeln zeigen, wie dies zu geschehen habe. Anstatt H_8O_{16} sind Fl_{24} eingetreten, also statt H_2O_4 sind Fl_6 eingetreten.

Um also von dem fluorhaltigen Glimmer zu dem entsprechenden und isomorphen fluorfreien Glimmer zu gelangen, hat man für je 6 Atome Fluor die Gruppe H_2O_4 einzusetzen, d. h. man hat in den Daten der Analyse für je 6 Atome Fluor 1 Molekel Wasser zu nehmen.[1]

---

[1] Somit sind für je 1 Percent Fluor, $^3/_{19}$ Percent Wasser zu substituiren.

Um nun zu zeigen, dass die neue Theorie den Analysen der Lepidolithe entspricht, möge zuerst bezüglich der beiden früher besprochenen Beobachtungsreihen das Resultat der Rechnung angeführt werden. Dieselbe geht von der Annahme aus, dass dem Lepidolith im Allgemeinen dieselbe Zusammensetzung, wie dem Phengit zukomme, also



$$3(Si_6Al_6K_6O_{24}) \,.\, (Si_{10}H_8O_{24}) = K_3''S,$$

dass aber der Kaliumverbindung eine isomorphe Lithiumverbindung beigemischt sei, und dass auch die letztgenannte Fluorverbindung statt der isomorphen Wasserstoffverbindung isomorph eintrete.

	X.	Berechnet	XI.	Berechnet
Kieselsäure	50·39	50·77	50·98	51·04
Thonerde	28·19	28·01	27·80	28·17
Kali	12·34	12·78	10·78	10·28
Lithion	5·08	4·08	5·88	4·92
Wasser	2·36	1·36	0·96	0·91
Fluor	5·15	5·17	7·88	8·08
	103·51	102·17	104·28	103·40

Hier wurde für das Verhältniss, in welchem die Wasserstoff- und die Fluorverbindung vertreten sind, 5 : 3 und 5 : 7 angenommen, im Übrigen wie früher verfahren.

Um ferner zu zeigen, dass man einfacher verfahren und die Analysen, welche Fluor angeben, auf fluorfreie Substanz reduciren könne, sind die obigen Analysen reducirt und mit den berechneten Zahlen verglichen.

	X *r*.	Berechnet	XI *r*.	Berechnet
Kieselsäure	51·37	51·90	52·76	52·84
Thonerde	28·75	28·64	28·76	29·16
Kali	12·59	13·07	11·15	10·64
Lithion	5·18	4·17	6·07	5·10
Wasser	3·23	2·22	2·26	2·26
	101·12	100	101·00	100

Sowie die vorstehenden, so zeigt auch die Analyse des Zinnwaldits eine sehr befriedigende Übereinstimmung mit der

hier behandelten Theorie und zwar entspricht dieselbe vollständig der Formel $K_1'''S_3M_2$.

	XII r.	Berechnet
Kieselsäure	47·46	47·03
Thonerde	23·72	23·75
Eisenoxydul	13·85	13·28
Kali	11·49	10·82
Lithion	3·39	3·46
Wasser	2·23	1·66
	102·14.	100

Ebenso berechnen sich die Phlogopite als Verbindungen, welche der Reihe der Kaliglimmer angehören und mit den Verbindungen S und M isomorph gemischt sind. So z. B. nähern sich manche in ihrer Zusammensetzung dem Verhältnisse $K_3'''SM_4$. Da jedoch, wie schon früher bemerkt wurde, der Übergang zwischen dem Phlogopit und dem Meroxen auch in der Zusammensetzung merkbar ist, so zeigt sich eine ziemliche Übereinstimmung zwischen der Rechnung und den Angaben der früher angeführten Analysen, wenn Mischungen vorausgesetzt werden, welche aus eigentlichem Phlogopit und aus Meroxen bestehen. Für den eigentlichen Phlogopit scheint das Verhältniss $K_3'''S$ zu bestehen, wie für den Lepidolith und dazu tritt die Verbindung M in schwankendem Verhältnisse, wie dies bei den Magnesiaglimmern überhaupt bemerkt wurde. Im Folgenden soll für Phlogopit die Formel $K_6'''S_2M_9$ und für den damit in Mischung tretenden Biotit $K'M$ angenommen werden, dann berechnen sich für diese beiden und einige dazwischen liegende Mischungen:

Phlogopit	100	70	50	30	0
Meroxen	—	30	50	70	100
Kieselsäure	45·17	44·50	44·05	43·60	42·93
Thonerde	12·69	14·41	15·56	16·71	18·43
Magnesia	29·57	29·28	29·09	28·91	28·62
Kali	11·58	10·63	10·00	9·36	8·41
Wasser	0·99	1·18	1·30	1·42	1·61

Die früher angeführten Analysen, fluorfrei reducirt, entsprechen in der That solchen Mischungen:

	XIII.	XIV.	*a*	*b*	XV.
Kieselsäure	44·84	44·42	42·19	43·63	43·13
Thonerde	14·30	13·07	15·68	14·00	16·06
Magnesia	28·80	28·76	30·41	30·00	28·65
Kali	10·35	10·36	10·81	10·26	8·58
Wasser	1·63	2·39	0·81	1·11	3·31
	100	100	100	99	100

Es ist übrigens nicht nöthig, anzunehmen, dass bloss der Phlogopit und der Meroxen sich isomorph mischen, dies geschah hier und vordem nur der Kürze wegen, damit nicht jeder einzelne Phlogopit besonders behandelt werden müsse.

Wird aber die Rechnung ohne eine beschränkende Annahme ausgeführt, so erhält man für die Phlogopite Zahlen, welche noch besser mit den Analysen übereinstimmen, als die zuvor berechneten.

Somit wäre gezeigt, dass in dem Lepidolith und den verwandten Glimmern anstatt der Verbindung *L*, welche in ihren atomistischen Verhältnissen den übrigen nicht entspricht, zwei Verbindungen, nämlich eine aus der mit *K* bezeichneten Reihe und die Verbindung *S* annehmen kann, welche in ihren atomistischen Verhältnissen harmoniren. Demnach bestehen die Glimmer im Ganzen aus den drei Verbindungen *K*, *M* und *S*.

Diese Anschauung würde sich vielleicht auch dadurch empfehlen, dass sie die Verwandtschaft, welche zwischen den Glimmern und dem Talk besteht, auch in der chemischen Bezeichnung auszudrücken im Stande ist.

Der blättrige Talk hat nämlich eine chemische Zusammensetzung, welche sich geradezu durch die Formel *MS* ausdrücken lässt. Es ist nämlich:

$$MS = \begin{cases} Si_6Mg_{12}O_{24} \\ Si_{10}H_8O_{24} \end{cases} = Si_{16}Mg_{24}H_8O_{48},$$

d. i. das Vierfache der Formel, welche dem blättrigen Talk entspricht, nämlich $Si_4Mg_3H_2O_{12}$. Dass auf solche Weise dem Talk eine sehr hohe Zusammensetzung zugeschrieben würde, darf nicht als eine Schwierigkeit betrachtet werden, denn um die Beziehungen zwischen den verwandten Silicaten auszudrücken, wird man wohl manche Formel erhöhen müssen.

Die eben angedeutete Beziehung zwischen Talk und Glimmer würde namentlich den Phlogopit treffen. Die Phlogopite enthalten, wie eben gezeigt wurde, die drei Verbindungen K'', M und S, folglich kann jeder Phlogopit, als zum Theil aus Talk bestehend gedacht werden. Der Phlogopit also, welcher die Mischung K''_3M_4S darbietet, kann als K'''_3M_3+MS betrachtet werden, der Phlogopit $K''_2M_9S_2$ als $K''_2M_7+M_2S_2$ u. s. w.

In der That erinnert der Phlogopit durch ein fettiges Anfühlen durch Abnahme der Elasticität und Zunahme der Biegsamkeit an den Talk, mit welchem er in der optischen Orientirung[1] und dem Winkel der optischen Axen nahe übereinkömmt. Trotz alledem aber steht der Talk, wie bekannt, den Chloriten doch viel näher, und wenn auch die hier angedeutete Beziehung unzweifelhaft ist, so wird der Talk in seiner Stellung zwischen Glimmer und Chlorit, doch dem letzteren näher zu rücken sein, als dem Glimmer.

Nachdem nunmehr ausführlich gezeigt worden ist, dass bezüglich der in den Glimmern vorhandenen Verbindungen zwei Ansichten möglich sind, muss wohl zwischen beiden die Entscheidung getroffen werden. Die erste Ansicht nimmt die drei Verbindungen K M L an. Alle drei entsprechen wohlbekannten Mineralen, aber die Verbindung L zeigt ein anderes atomistisches Verhältniss, als die beiden anderen, wodurch sich Schwierigkeiten bezüglich der Erklärung der Isomorphie ergeben. Ferner hat die Annahme einer Verbindung L grosse Schwierigkeiten bei der Berechnung der Phengite zur Folge. Die zweite Ansicht nimmt auch die beiden Verbindungen K und M an, sie zergliedert aber die dritte Verbindung so, dass ausser einem Gliede, welches K entspricht, eine dritte Verbindung S übrig bleibt. Diese Verbindung entspricht keinem bekannten Mineral. Dagegen hat sie dasselbe atomistische Verhältniss wie die beiden anderen, wodurch eine Erklärung der Isomorphie ermöglicht wird, sie löst die erwähnte Schwierigkeit beim Phengit; ausserdem erlaubt sie die Beziehung, welche zwischen Glimmer und Talk besteht, auch in chemischem Sinne zu deuten.

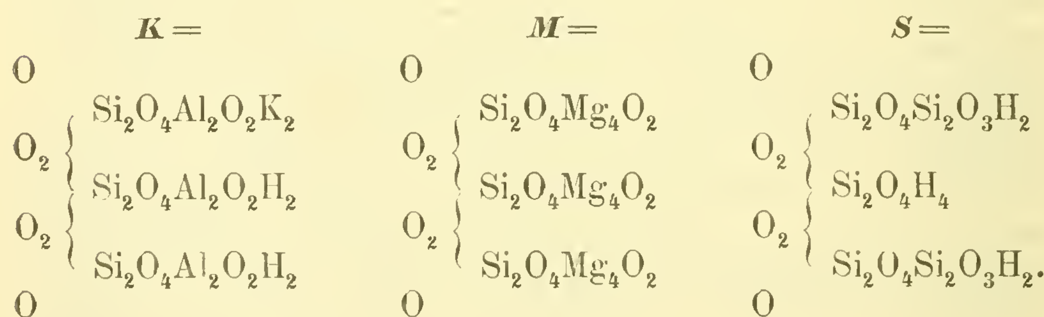
---

[1] Die Orientirung der Ebene der optischen Axen gegen die Schlaglinien stellt den Talk zu den Glimmern zweiter Art. Die gegentheilige Angabe von Descloizeaux rührt vielleicht von der Verwechslung der Gleitflächen mit Krystallflächen her.

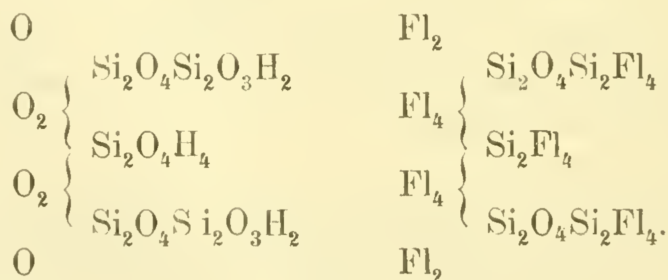
Das Bedenken, welches darin liegt, dass die Verbindung *S*, noch nicht für sich als ein Mineral bekannt ist, erscheint mir ganz bedeutend, weil ich das gegenwärtig ziemlich allgemeine Verfahren, welches in den Mineralen ganz beliebige Verbindungen annimmt, für ungerechtfertigt halte. Wäre ein solches Verfahren erlaubt, dann würde mir die Mühe erspart geblieben sein, in die vorliegende Untersuchung einzugehen.

Ich habe auch gezögert, die Arbeit abzuschliessen, weil ich hoffte, jener Schwierigkeit vielleicht entgehen zu können. Zu der ersten Ansicht zurückzukehren, schien mir aber nicht gerathen, da nach meinen bisherigen Erfahrungen bei den isomorphen Sauerstoffverbindungen, welche gut studirt sind, solche Ungleichheiten, wie sie die Verbindungen *K* und *L* ergeben, nicht vorkommen, und weil sich gezeigt hatte, dass für die Phengite noch besondere künstliche Annahmen gemacht werden müssen.

Es scheint mir sonach dem gegenwärtigen Stande der Erfahrungen entsprechender, der zuletzt entwickelten Ansicht den Vorzug zu geben, also anzunehmen, dass in den Glimmern, von dem Kalkglimmer abgesehen, die drei Verbindungen *K*, *M* und *S* enthalten seien.



Die Verbindungen *S* und *S'* würden sich in folgender Art vergleichen lassen:

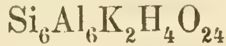


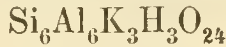
Alle diese wären sonach geschlossene Verbindungen, auch die Fluorverbindung, da man das Fluor in starren Verbindungen nicht einwerthig, sondern mehr-, etwa dreiwerthig zu nehmen hat. [1]

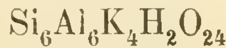
Die Verbindungen, welche in den Glimmern anzunehmen wären, sind sonach dreierlei:

I. Verbindungen ***K***.


$Si_6Al_6H_6O_{24}$


$Si_6Al_6K_2H_4O_{24}$

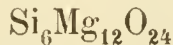

$Si_6Al_6K_3H_3O_{24}$


$Si_6Al_6K_4H_2O_{24}$


$Si_6Al_6K_6O_{24}$

und die entsprechenden Natrium- und Lithiumverbindungen, auch die entsprechenden Eisenoxydverbindungen.

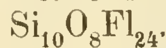
II. Verbindungen ***M***.


$Si_6Mg_{12}O_{24}$

und die entsprechenden Eisen- und Manganverbindungen.

III. Verbindungen ***S***.


$Si_{10}H_8O_{24}$


$Si_{10}O_8Fl_{24}$.

In jedem Glimmer ist eine Verbindung ***K***, und zwar in vorwiegender Menge, enthalten. Diese Verbindung bildet also gleichsam den Kern in der Krystallmolekel eines jeden Glimmers.

Berechnung der Glimmeranalysen.

Nachdem gezeigt worden, in welcher Art die chemische Zusammensetzung der Glimmer auf bestimmte Grundverbindungen zurückgeführt werden kann, erübrigt noch anzugeben, wie an den einzelnen Analysen die Theorie erprobt, oder die Beobachtung controlirt wird.

Die Berechnung der Analyse kann den Zweck haben: 1. zu zeigen, dass die Analyse im Allgemeinen der Theorie entspricht, respective zu erfahren, ob sie derselben entspreche; 2. das Verhältniss zu ermitteln, in welchem die enthaltenen Verbindungen gemischt sind, um zu sehen, ob sich dieses durch einfache Zahlen in einer Formel darstellen lässt; 3. die percentischen Verhältnisse

---

[1] Schon die Kieselfluorverbindungen $SiFl_6H_2$, $SiFl_6K_2$, $SiFl_6Na_2$ etc. machen eine solche Annahme nothwendig.

zu bestimmen, nach welchen die einzelnen Verbindungen gemischt erscheinen.

Die Methode wird am besten an einem Beispiel demonstrirt, welches alle Verbindungen darbietet, die vorkommen können. Ich wähle dazu den Phlogopit von Pargas, welcher von Herrn Prof. Ludwig selbst analysirt wurde (XIII). Werden hier, wie dies früher schon angegeben wurde, die Mengen von Eisenoxyd, Eisenoxydul und Natron auf Thonerde, Magnesia und Kali reducirt, so gibt die Analyse das Verhältniss:

Si	Al	Mg	K	H	Fl
7·24	2·69	6·99	2·12	1·02	2·21

Die erste Art der Rechnung hat bloss zu untersuchen, ob diese Zahlen einer Mischung von Verbindungen entsprechen, die durch die Verhältnisse $Si_6Al_6H_6$ (worin H durch K ersetzt sein kann) Si_6Mg_{12}, ferner $Si_{10}H_8$ und $Si_{10}Fl_{24}$ charakterisirt sind. Man beginnt also mit den beiden ersteren Verbindungen und erkennt sodann, ob auch der Rest den beiden letzteren entspricht:

	Si	Al	Mg	K	H	Fl
$Si_6Al_6H_6$	2·69	2·69	—	2·12	0·57	—
Si_6Mg_{12}	3·50	—	6·99	—	—	—
$Si_{10}Fl_{24}$	0·92	—	—	—	—	2·21
$Si_{10}H_8$	0·13	—	—	—	0·10	—
	7·24	2·69	6·99	2·12	0·67	2·21

Die Analyse zeigt also vollkommene Übereinstimmung mit der Theorie. Die kleine Differenz in Bezug auf Wasserstoff kommt gar nicht in Betracht, denn sie entspricht einer Wassermenge von bloss 0·3 Procent, um welche die Analyse mehr angibt. Es wurde aber wiederholt daran erinnert, dass von dem Beobachtungsfehler abgesehen wegen der in fast allen Mineralen vorkommenden Flüssigkeitseinschlüsse der gefundene Wassergehalt im Allgemeinen grösser sein müsse, als der durch die Theorie geforderte.

Eine zweite Rechnung untersucht nun das Verhältniss, in welchem die einzelnen Verbindungen vorhanden sind. Wird die Fluorverbindung mit der entsprechenden Wasserstoffverbindung unter *S* vereinigt, so hat man für dieses Verhältniss

$$p(Si_6Al_6H_6O_{24})\ q(Si_6Mg_{12}O_{24})\ r(Si_{10}H_8)$$

und es ist 6p = 2·69, 6q = 3·50, 10r = 1·05, woraus sich das Verhältniss p : q : r = 45 : 58 : 11 ergibt, welches nahezu 9 : 11 : 2 ist.

Bezüglich der ersten Verbindung wäre ferner noch zu beachten, in welchem Verhältniss K und H stehen. Es ist dieses 2·12 : 0·57 oder nahe 7 : 2. Dieses Verhältniss kann aber aus 6 : 0 und 1 : 2 zusammengesetzt werden. Das erstere entspricht der Verbindung $K''' = Si_6Al_6K_6O_{24}$, das zweite $K = Si_6Al_6K_2H_4O_{24}$ und es ergibt sich demnach für die Analyse ein Verhältniss:

$$K'''_6K_3S_2M_{11}.$$

Wird aus dieser Formel die percentische Zusammensetzung berechnet, so zeigt sich gegenüber der auf fluorfreie Substanz reducirten Analyse folgende Übereinstimmung:

	XIII *rr.*	Berechnet
Kieselsäure	44·84	44·95
Thonerde..........	14·30	14·88
Magnesia..........	28·88	28·26
Kali..............	10·35	10·56
Wasser	1·63	1·35.

Die dritte Art der Rechnung geht von der percentischen Zusammensetzung der im Glimmer vorhandenen Verbindungen aus. Dabei kann der grösseren Einfachheit wegen von den verschiedenen Mittelstufen der mit ***K*** bezeichneten Verbindungen abgesehen werden, so dass bloss die beiden Endglieder in Betracht kommen, welche durch die Verhältnisse $Si_6Al_6K_6O_{24}$ und $Si_6Al_6H_6O_{24}$ bezeichnet werden. Es ist aber die percentische Zusammensetzung dieser und der hier noch in Betracht kommenden Verbindungen $Si_6Mg_{12}O_{24}$, $Si_{10}H_8O_{24}$ und $Si_{10}O_8Fl_{24}$.

Kieselsäure	37·86	49·79	42·86	89·28	69·45
Thonerde.......	32·49	42·74	—	—	—
Magnesia	—	—	57·14	—	—
Kali	29·65	—	—	—	—
Wasser	—	7·47	—	10·72	—
Fluor	—	—	—	—	52·78

Die Analyse XIII *rr.* hat nun 10·35 Kali entsprechend 34·90 Percent der ersteren Verbindung und entsprechend 13·21

Kieselsäure und 11·34 Thonerde. Die übrigen 2·96 Thonerde geben 6·93 Percent der zweiten Verbindung, entsprechend 3·45 Kieselsäure. Die 28·88 Magnesia führen auf 50·54 der dritten Verbindung, entsprechend 21·66 Kieselsäure und die übrigen 6·52 Kieselsäure geben 7·30 Percent der letzten Verbindung. Die Summe wäre 99·67 Percent. Auf 100 berechnet, hat man:

			XIII *rr.*	Ber.
$Si_6Al_6K_6O_{24}$	35·02	Kieselsäure.....	44·84	44·49
$Si_6Al_6H_6O_{24}$....	6·95	Thonerde	14·30	14·35
$Si_6Mg_{12}O_{24}$.....	50·71	Magnesia	28·88	28·98
$Si_{10}H_8O_{24}$......	7·32	Kali...........	10·35	10·38
		Wasser	1·63	1·30
	100		100	100

Will man die Analyse XIII so berechnen, wie sie ursprünglich betrachtet wurde, also sammt ihrem Fluorgehalte, so hat man am Ende der Rechnung bloss zu berücksichtigen, dass der fluorhaltigen Verbindung S′ entsprechen: 69·35 Percent SiO_2 und 52·78 Percent Fluor. Die Analyse XIII *r.* lautete:

Kieselsäure	44·03
Thonerde	14·05
Magnesia	28·36
Kali	10·17
Wasser	0·93
Fluor	4·27
	101·80.

Die 10·17 Kali entsprechen 34·30 Percent der ersten Verbindung, enthaltend 12·99 Kieselsäure und 11·14 Thonerde, die übrigen 2·91 Thonerde entsprechen 6·81 Percent der zweiten Verbindung, enthaltend 3·39 Kieselsäure. Die 28·36 Magnesia führen auf 49·63 Percent der dritten Verbindung, enthaltend 21·27 Percent Kieselsäure, die 4·27 Fluor auf 8·09 Percent der Fluorverbindung mit 5·62 Kieselsäure und die übrigen 0·76 Percent Kieselsäure leiten auf 0·85 Percent der vierten Verbindung. Die Summe ist 99·68. Auf 100 berechnet, ergeben sich:

			XIII *r.*	Berechnet
$Si_6Al_6K_6O_{24}$	34·41	Kieselsäure	44·03	44·17
$Si_6Al_6H_6O_{24}$	6·83	Thonerde	14·05	14·10
$Si_6Mg_{12}O_{24}$	49·79	Magnesia	28·36	28·45
$Si_{10}H_8O_{24}$	0·85	Kali	10·17	10·20
$Si_{10}O_8Fl_{24}$	8·12	Wasser	0·93	0·60
		Fluor	4·27	4·28
	100		101·80	101·80

Systematik.

Der im ersten Theile der Abhandlung gegebenen Eintheilung entsprechend, folgt hier noch eine systematische Übersicht der nunmehr vom physikalischen und vom chemischen Standpunkte betrachteten Minerale.

Biotitreihe (Magnesiaglimmer z Th.).

Krystallsystem monoklin. Typische Form *c*, *m*, *b*, *o* (s. d. ersten Theil), optisch negativ, $\mathfrak{a}$ (erste Mittellinie) wenig von der Normalen auf *c* abweichend. Specifisches Gewicht 2·8 ... 3·2 mit dem Gehalt an Eisen steigend. Chemische Zusammensetzung: Molekelverbindungen von ***K*** und ***M***.

Anomit. Synonym: Rhombenglimmer Kenngott[1]. Ebene der optischen Axen senkrecht zu *b*. Dispersion $\rho > \upsilon$. Zusammengesetzt aus $Si_6Al_6K_4H_2O_{24}$ und $Si_6Mg_{12}O_{24}$ in dem Verhältniss 1 : 1 oder 2 : 1. Intermediäre Mischungen.

Meroxen. Breithaupt. Syn.: Einaxiger Glimmer. Annit, Dana. Ebene der optischen Axen parallel *b*, $\rho < \upsilon$. Zusammensetzung: $Si_6Al_6K_3H_3O_{24}$ und $Si_6Mg_{12}O_{24}$ in dem Verhältnisse 1 : 1 oder 2 : 1. Intermediäre Mischungen.

Der Rubellan, Breith.; Voigtit, E. E. Schmidt; Eukamptit, Kgtt.; Aspidolith, v. Kobell; Hallit, Leeds, sind nach den mir vorliegenden Stücken zu urtheilen, zersetzter Meroxen. Ebenso dürfte es sich mit dem Rastolyt, Shep. verhalten. Als Chromglimmer hat Schafhäutl ein Mineral aus dem Zillerthal analysirt mit einem Resultat, welches nicht erkennen lässt, ob selbes hierher gehört.

[1] Auch manche Arten von Muscovit und Phlogopit sind von einigen Autoren Rhombenglimmer genannt worden.

Lepidomelan Hausmann. Ebene der optischen Axen parallel *b*. Zusammensetzung: $Si_6Al_6K_2H_4O_{24}$ und $Si_6Mg_{12}O_{24}$. Statt der ersteren Verbindung auch wechselnde Mengen der entsprechenden Eisenoxydverbindung.

Pterolith, Breith. scheint hierher zu gehören.

Phlogopitreihe.

Krystallsystem monoklin. Typische Form *c, m, b, o*. Optisch negativ. a bis $2^1/_2°$ von der Normalen auf *c* abweichend. Ebene der optischen Axen parallel *b*. Specifisches Gewicht 2·75...2·97. Chemische Zusammensetzung: Molekelverbindungen von ***K***, ***S*** und ***M***.

Phlogopit, Breith. Syn: Magnesiaglimmer z. Th. Scheinbarer Axenwinkel bis 20°, $\rho < \upsilon$. Zusammensetzung: $Si_6Al_6K_6O_{24}$ ferner $Si_{10}H_8O_{24}$ und $Si_6Mg_{12}O_{24}$ oft dem Verhältniss 3:1:4 genähert. Gewöhnlich sind auch andere Glieder der ***K***-Reihe vorhanden und es tritt anstatt der zweiten Verbindung die isomorphe $Si_{10}O_8Fl_{24}$ ein. Die rothbraunen Phlogopite enthalten alle Fluor, die grünen sind fluorarm. Letztere sind oft schwer vom Meroxen zu unterscheiden; charakteristisch ist das Vorkommen im körnigen Kalk.

Vermiculit, Webb.; Jefferisit, Brush. sind nach den von mir untersuchten Exemplaren zu urtheilen zersetzter Phlogopit.

Zinnwaldit, Haidinger. Syn.: Lithionit, v. Kob.; Rabenglimmer, Breith.; Kryophyllit, Cooke. Scheinbarer Axenwinkel bis 65°, $\rho > \upsilon$. Zusammensetzung: $Si_6Al_6K_6O_{24}$ ferner $Si_6Fe_{12}O_{24}$ und $Si_{10}Fl_{24}O_8$ in dem Verhältniss 10:2:3. Die Kaliumverbindung ist zur Hälfte von der entsprechenden Lithiumverbindung vertreten, die Fluorverbindung zum Theil durch die entsprechende Wasserstoffverbindung.

Muscovitreihe.

Krystallsystem monoklin. Typische Form *c, M, b*. Optisch negativ, a wenig von der Normalen auf *c* abweichend. Ebene der optischen Axen senkrecht zu *b*, $\rho > \upsilon$. Specifisches Gewicht 2·83 ... 2·89. Chemische Zusammensetzung: ***K*** und ***S***.

Lepidolith, Klaproth. Syn.: Lithionglimmer, Gmelin. Zusammensetzung: $3Si_6Al_6K_6O_{24}$ $Si_{10}O_8Fl_{24}$, worin die Kaliumverbindung wenigstens zur Hälfte durch die entsprechende Lithiumverbindung vertreten erscheint und auch die Fluorverbindung zum Theil durch die entsprechende Wasserstoffverbindung.

Cookeit, Brush wird in die Nähe des Lepidolithes gestellt, doch gibt die Analyse Collier's eine abnorme Zusammensetzung.

Muscovit. Dana. Syn.: Kaliglimmer, Zweiaxiger Glimmer. Phengit, v. Kobell; Fuchsit, Chromglimmer zum Theil, Schafh. Zusammensetzung: $Si_6Al_6K_2H_4O_{24}$ und $Si_{10}H_8O_{24}$ beide im Verhältniss 3 : 1 in der von mir als Phengit bezeichneten Unterabtheilung. Im eigentlichen Muscovit fast nur die erste Verbindung. Intermediäre Mischungen.

Didymit, Amphilogit, Adamsit sind Namen für einzelne Vorkommnisse von Muscovit. Margarodit, Schafh.; Euphyllit, Sillim. beziehen sich auf Gemische von Muscovit mit den folgenden Glimmern. Öllacherit, Dana., ist Baryumhaltiger Muscovit. Sericit, List. Ein Gemenge von Muscovit mit einem Magnesiaglimmer.

Damourit, Delesse. Ist dichter Muscovit, wird zuweilen als Onkosin bezeichnet. Hierher gehört auch der Liebenerit und in die Nähe der Pinit, welcher vorwaltend aus Muscovit bestehen dürfte.

Paragonit, Schafh. Syn.: Pregrattit, Liebener; Natronglimmer. Zusammensetzung: $Si_6Al_6Na_2H_4O_{24}$.

Cossait, Gastaldi. Ein dichter Paragonit, äusserlich gleich dem Damourit und Onkosin, zuweilen auch mit letzterem Namen bezeichnet.

Margaritreihe.

Margarit. Syn.: Perlglimmer, Mohs; Corundellit, Clingmannit, Sillim.; Emerylith, Smith; Diphanit, Nordensk. Monoklin, typische Form *c*, *b*, *o*, *q*. Optisch negativ. $\mathfrak{a}$ bis zu 6° von der Normalen auf *c* abweichend, $\rho < \upsilon$. Specifisches Gewicht: 2·95 ... 3·1. Zusammensetzung:

$Si_4Al_8Ca_2H_4O_{24}$; doch ist ein natriumhaltiges Silicat in geringer Menge beigemischt.

Dudleyit, Genth. Nach Dana ein veränderter Margarit.

Der Margarit ist vermöge seiner optischen Eigenschaften und der grösseren Sprödigkeit mehr den Sprödglimmern (Clintonitgruppe) verwandt, doch zeigt er noch dasselbe Sauerstoffverhältniss wie der Glimmer. Der Astrophyllit, welcher gleichfalls dem Clintonit nahe steht, ist nicht zu den Glimmern zu rechnen.
